MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

ÍNDICE

CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4
I.1. Datos generales del proyecto 4
I.1.1 Nombre del Proyecto 4
I.1.2 Ubicación del Proyecto 4
I.2. Datos generales del promovente 9
I.2.1 Nombre o razón social 9
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 9
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 9
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 9
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 11
I.3.1 Dirección del responsable técnico del estudio 11
I.4. Ubicación del proyecto 12
I.4.1 Selección del sitio 16
I.5. Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias 19
I.5.1 Preparación del sitio 19
I.5.2 Etapa de construcción 21
I.5.3 Etapa de operación y mantenimiento. 26
I.5.4 Etapa de abandono del sitio. 28
I.5.5 Obras temporales y/o actividades provisionales 29
I.5.6 Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 32
I.5.7 Resumen de la inversión económica del proyecto y de las medidas de manejo ambiental 39
I.5.8 Duración estimada del Proyecto 45
I.6. Características del proyecto 48
I.6.1 Insumos 48
I.6.2 Generación de gases efecto invernadero. 49
I.6.3 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera 50
I.6.4 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. 51
I.6.5 Superficies generales del Proyecto 52
I.6.6 Superficie de incidencia en Zona federal (temporal y/o permanente) 68
I.6.7 Informe topo hidráulico - hidrológico 69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1. Cadenamientos del proyecto. 6
Tabla I. 2. Coordenadas de la estructura del proyecto. 7
Tabla I. 3. Coordenadas de los principales cadenamientos del eje del proyecto. 8
Tabla I. 4. Datos del Resposable Técnico 11

Tabla I. 5. Cadenamientos del proyecto. 14
Tabla I. 6. Coordenadas de la estructura del proyecto. 14
Tabla I. 7. Coordenadas de los principales cadenamientos del eje del proyecto. 15
Tabla I. 8. Presupuesto para la ejecución del proyecto. 40
Tabla I. 9. Presupuesto de la obra por etapas. 45
Tabla I. 10. Fuentes de financiamiento. 45
Tabla I. 11. Programa de actividades de la obra. 46
Tabla I. 12. Materiales requeridos por etapas. 48
Tabla I. 13. Requerimiento de combustibles. 48
Tabla I. 14. Fuentes de gases. 49
Tabla I. 15. Gases emitidos por el proyecto. 49
Tabla I. 16. Especificaciones del proyecto. 52
Tabla I. 17. Características de los accesos. 54
Tabla I. 18. Coordenadas de los accesos 56
Tabla I. 19. Coordenadas de los terraplenes de acceso 58
Tabla I. 20. Superficies de desplante del proyecto. 61
Tabla I. 21. Superficies de ocupación de los caballetes del proyecto. 62
Tabla I. 22.Superficies de afectación. 62
Tabla I. 23. Coordenadas de las áreas propuestas para actividades provisionales 66
Tabla I. 24. Superficies de ocupación en la zona federal. 68
Tabla I. 25. Resultados obtenidos. 70
Tabla I. 26. Coeficientes de escurrimiento © para el Método Racional Cuencas urbanas 81
Tabla I. 27. Coeficientes de rugosidad de Manning (η) para cauces naturales 82
Tabla I. 28. Selección del número de escurrimiento η 83

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen I. 1. Ubicación del puente proyectada en distintos órdenes de gobierno. 5
Imagen I. 2. Vías de acceso al área del proyecto. 5
Imagen I. 3. Topográfico del área del proyecto. 6
Imagen I. 4. Representación gráfica de la estructura del proyecto. 7
Imagen I. 5. Localización de las oficinas de la SICT, CDMX 9
Imagen I. 6. Centro SICT Oaxaca 10
Imagen I. 7. Ubicación del puente proyectada en distintos órdenes de gobierno. 12
Imagen I. 8. Vías de acceso al área del proyecto. 13
Imagen I. 9. Topográfico del área del proyecto. 13
Imagen I. 10. Ubicación de los componentes que incluye el proyecto. 14
Imagen I. 11. Localización del puente proyectado. 17
Imagen I. 12. Vías de acceso al área del proyecto. 18
Imagen I. 13. Señalamiento de la obra. 20
Imagen I. 14. Esquema de la demolición de la estructura actual. 20
Imagen I. 15. Esquema de plataforma y colado de pilas. 21
Imagen I. 16. Esquema de cimentación de pilas y cabezales. 22
Imagen I. 17. Trazo de la estructura y fabricación de trabes. 23
Imagen I. 18. Montaje de trabes. 25
Imagen I. 19. Riego de liga sobre calzada del puente. 26
Imagen I. 20. Ubicación de las áreas de actividades provisionales propuestas en perspectiva al proyecto. 31
Imagen I. 21. Perfil del área donde se realizará el proyecto. 35
Imagen I. 22. Sección transversal de la estructura. 53
Imagen I. 23. Sección longitudinal del puente. 53
Imagen I. 24. Planta del puente. 54
Imagen I. 25. Acceso del puente. 54

Imagen I. 26. Estribos del puente. 62
Imagen I. 27. Superficies de afectación del proyecto. 63
Imagen I. 28. Ubicación de las áreas de actividades provisionales propuestas en perspectiva al proyecto. 67
Imagen I. 29. Superficies de ocupación en la zona federal. 68
Imagen I. 30. Hidrograma unitario triangular. 77

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía I. 1. Fotografía aérea del área del proyecto. 8
Fotografía I. 2. Fotografía aérea del área del proyecto. 15
Fotografía I. 3. Estructura actual para cruce. 16
Fotografía I. 4. Vista de la zona del proyecto con el cruce del Río San Antonio (aguas arriba). 33
Fotografía I. 5. Vista de la zona del proyecto con el cruce del Río San Antonio (aguas abajo). 34
Fotografía I. 6. Vista aérea del cauce que se busca librar. 34
Fotografía I. 7. Vista aérea del cauce que se busca librar. 38
Fotografía I. 8. Estructura por la que actualmente se utiliza para cruce vehicular. 39
Fotografía I. 9. Fotografía aérea donde se ejecutará el proyecto. 64
Fotografía I. 10. Vista de la zona del proyecto con el cruce del Río San Antonio (aguas arriba). 64
Fotografía I. 11. Vista de la zona del proyecto con el cruce del Río San Antonio (aguas abajo). 65
Fotografía I. 12. Acceso 1 del puente. 65
Fotografía I. 13. Acceso 2 del puente. 66

CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del Proyecto

Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.

I.1.2 Ubicación del Proyecto

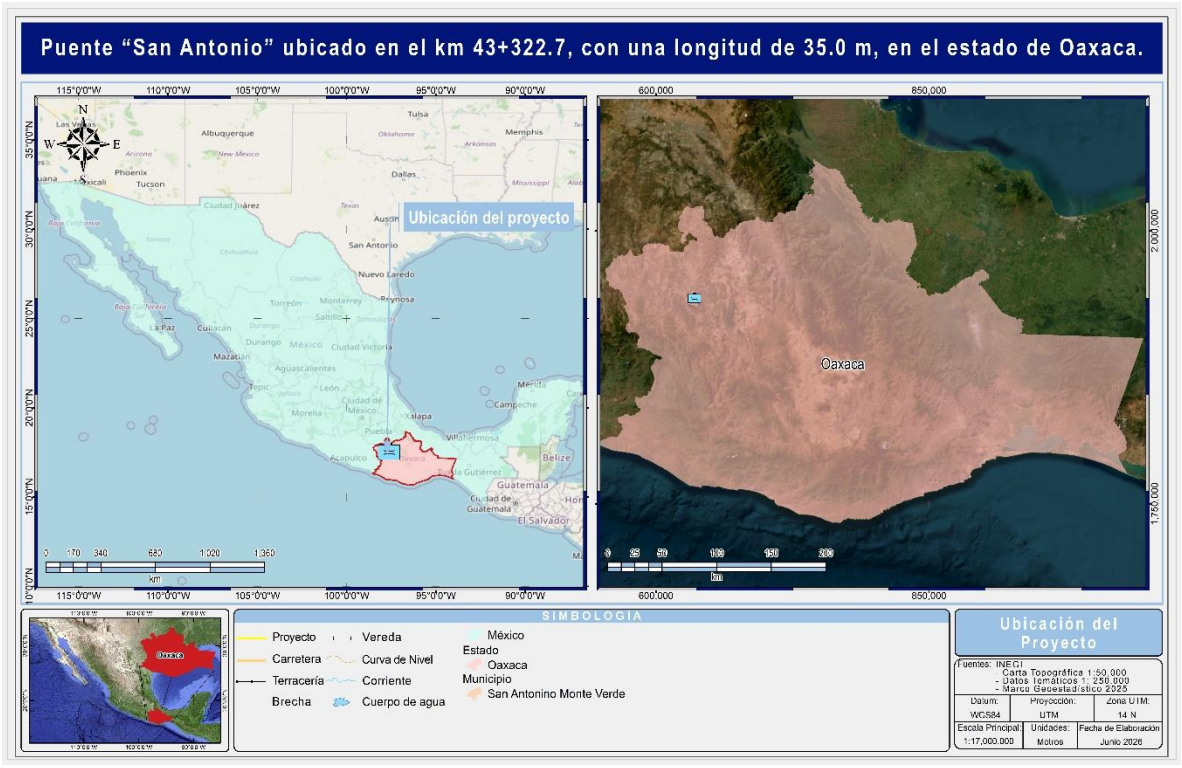
El proyecto se localiza en el Estado de estado de Oaxaca, el cual se encuentra al sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km^2, cifra que representa el 4.8 % del total del territorio de la República Mexicana.

Así mismo el proyecto se localiza dentro del municipio:

- San Antonino Monteverde: Se localiza Entre los paralelos 17°27' y 17°36' de latitud norte; los meridianos 97°41' y 97°49' de longitud oeste; altitud entre 1 800 y 3 300 m. Colinda al norte con los municipios de Tezoatlán de Segura y Luna y Villa Chilapa de Díaz; al este con los municipios de Villa Chilapa de Díaz, San Sebastián Nicananduta y San Pedro Mártir Yucuxaco; al sur con los municipios de San Pedro Mártir Yucuxaco y San Juan Ñumí; al oeste con los municipios de San Juan Ñumí y Tezoatlán de Segura y Luna. Ocupa el 0.12% de la superficie del estado.

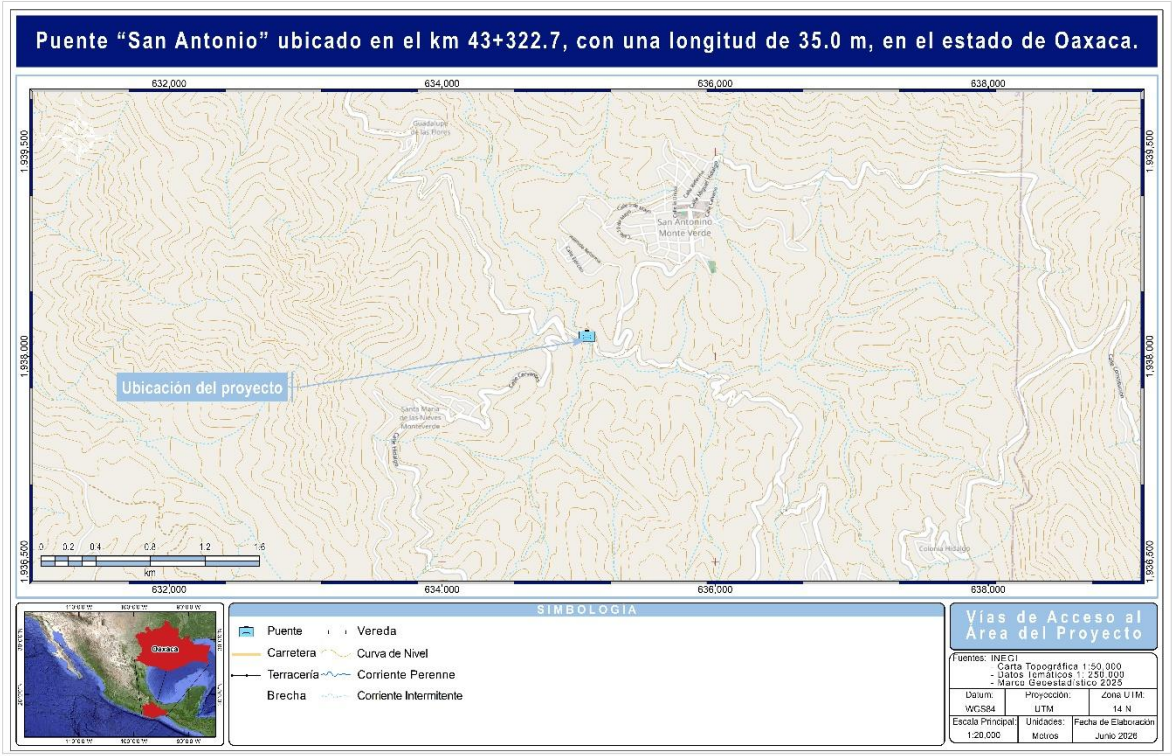
En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto respecto a los distintos órdenes de gobierno.

Imagen I. 1. Ubicación del puente proyectada en distintos órdenes de gobierno.



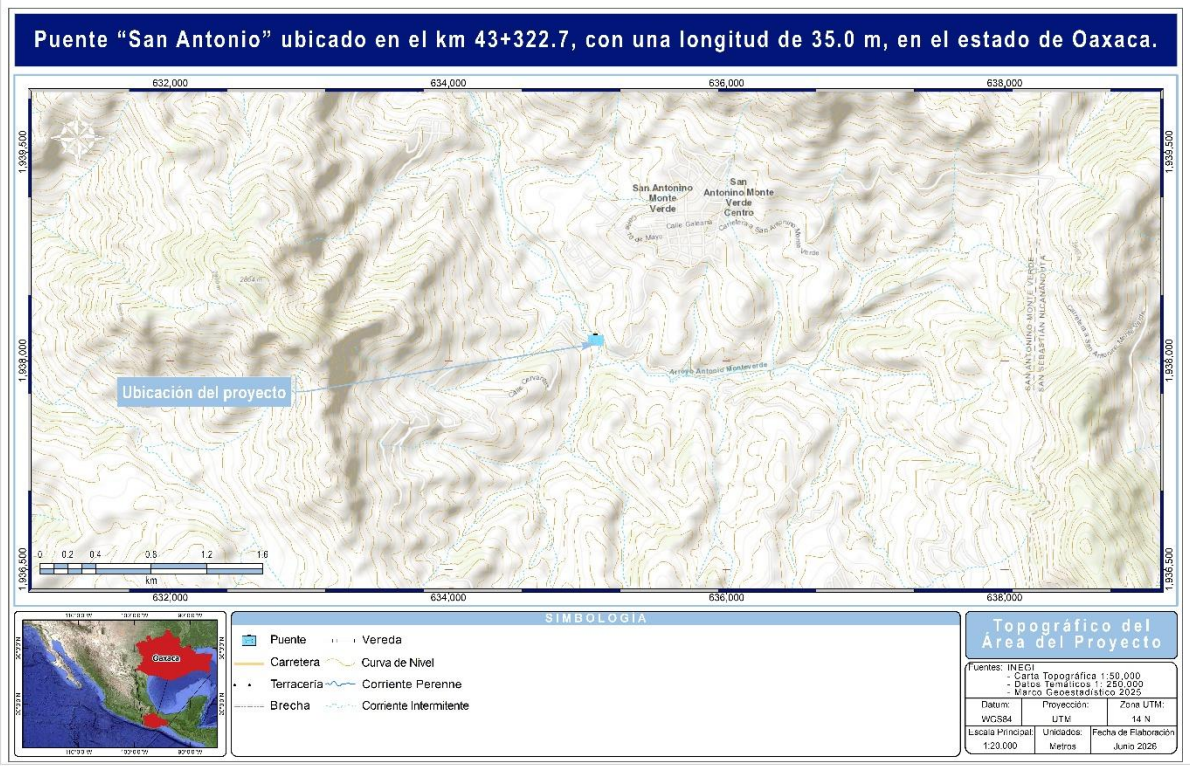
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 2. Vías de acceso al área del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 3. Topográfico del área del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El proyecto consiste en la construcción de un puente para librar las aguas del "Rio San Antonio", la estructura tiene una longitud de 35.00 metros y cuenta con 1 claro, adicionalmente se consideran accesos por cada lado del proyecto, el acceso 1 (norte) el cual conecta con la Ciudad de Huajuapan de León, tiene una longitud de 40 metros, y el acceso 2 (sur) de 40 metros que comunicará con la cabecera municipal de San Antonino Monteverde, la longitud total del proyecto es de 115.00 metros, a continuación, se presentan loa principales cadenamientos de los elementos que integran el proyecto.

Tabla I. 1. Cadenamientos del proyecto.

Acceso 1 (incluye losa de acceso de 6.2 m de largo)		Estructura		Acceso 2 (incluye losa de acceso de 6.2 m de largo)	
40.00 Metros		35.00 Metros		40.00 Metros	
42+265.29	42+305.29	42+305.29	42+340.29	42+340.29	42+380.29

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 4. Representación gráfica de la estructura del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de la estructura del puente, así como las coordenadas de su eje incluyendo accesos.

Tabla I. 2. Coordenadas de la estructura del proyecto.

Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
1	635,083.42	1,938,143.75	-097° 43' 38.71"	+17° 31' 31.86"
2	635,047.70	1,938,143.17	-097° 43' 39.93"	+17° 31' 31.85"
3	635,049.97	1,938,152.21	-097° 43' 39.85"	+17° 31' 32.15"
4	635,085.69	1,938,152.79	-097° 43' 38.64"	+17° 31' 32.16"

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fotografía I. 1. Fotografía aérea del área del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se mencionó anteriormente se trata de un proyecto que incluye la estructura del puente, así como los accesos, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del eje del proyecto.

Tabla I. 3. Coordenadas de los principales cadenamientos del eje del proyecto.

Cadenamiento	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
42+265.29	635,008.93	1,938,148.71	-097° 43' 41.24"	+17° 31' 32.04"
42+285.29	635,028.84	1,938,147.33	-097° 43' 40.56"	+17° 31' 31.99"
42+305.29	**635,048.84**	**1,938,147.67**	**-097° 43' 39.89"**	**+17° 31' 32.0"**
42+325.29	635,068.83	1,938,148.01	-097° 43' 39.21"	+17° 31' 32.01"
42+340.29	**635,084.56**	**1,938,148.28**	**-097° 43' 38.68"**	**+17° 31' 32.01"**
42+345.29	635,088.83	1,938,148.35	-097° 43' 38.53"	+17° 31' 32.01"
42+365.29	635,108.70	1,938,147.19	-097° 43' 37.86"	+17° 31' 31.97"
42+380.29	635,122.07	1,938,139.21	-097° 43' 37.41"	+17° 31' 31.71"

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.
Subsecretaria de Infraestructura.
Dirección General de Carreteras.
Centro SICT Oaxaca.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

SCT051121IB4

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El Representante legal es el Ing. José Luis Chida Pardo, quien funge como Director General del Centro SICT Oaxaca. En los anexos (Ver Anexo), se presenta copia del documento que lo acredita y su identificación oficial.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

El domicilio para recibir notificaciones en la ciudad de México es: Insurgentes Sur, 1089, piso 17, Ala: Poniente, Col. Nochebuena, C.P. 03720, Benito Juárez, Ciudad de México, México, Tel. 57932300 ext. 14509, Email. - jlopeant@sct.gob.mx, la localización del Centro SICT Oaxaca es: Carretera Cristóbal Colón Edificio B, Piso 1, Tramo Oaxaca-Tehuantepec, Colonia del Bosque, C.P.68100, Oaxaca, Oaxaca. En las siguientes imágenes se muestra la localización de los sitios para notificaciones.

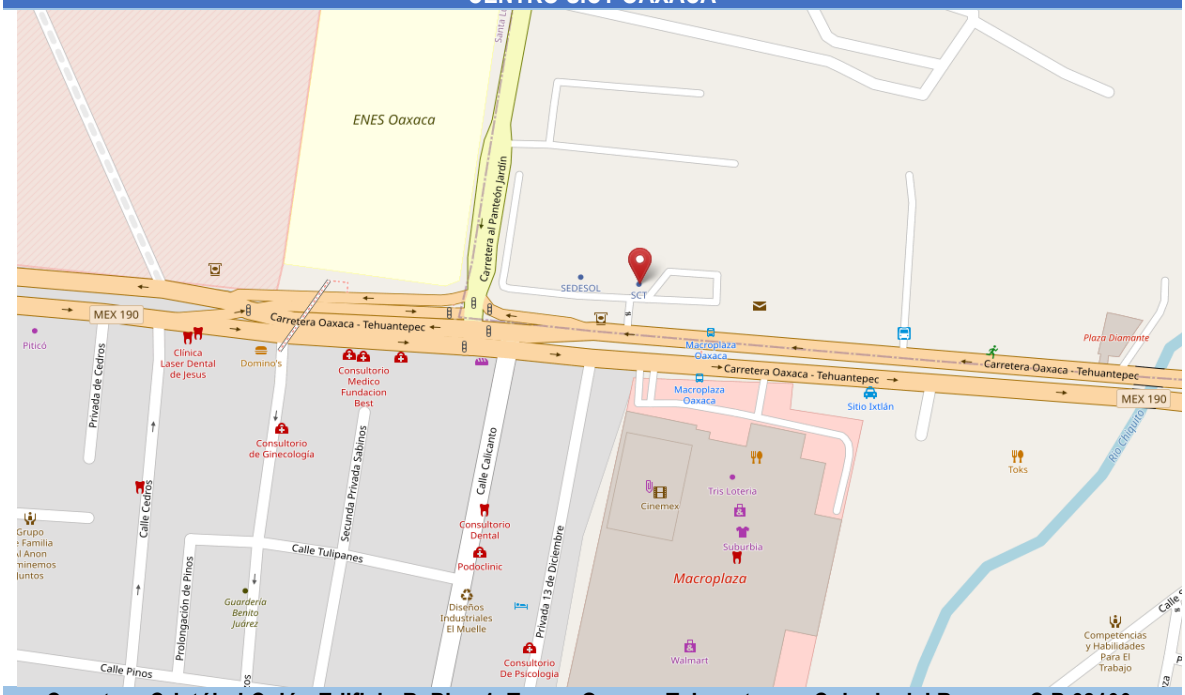
Imagen I. 5. Localización de las oficinas de la SICT, CDMX



Fuente: Google Earth, 2026.

Imagen I. 6. Centro SICT Oaxaca

CENTRO SICT OAXACA



Carretera Cristóbal Colón Edificio B, Piso 1, Tramo Oaxaca-Tehuantepec, Colonia del Bosque, C.P.68100, Oaxaca, Oaxaca

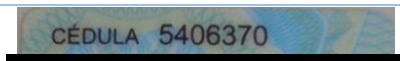
Fuente: Open Street Maps, 2026.

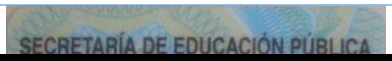
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

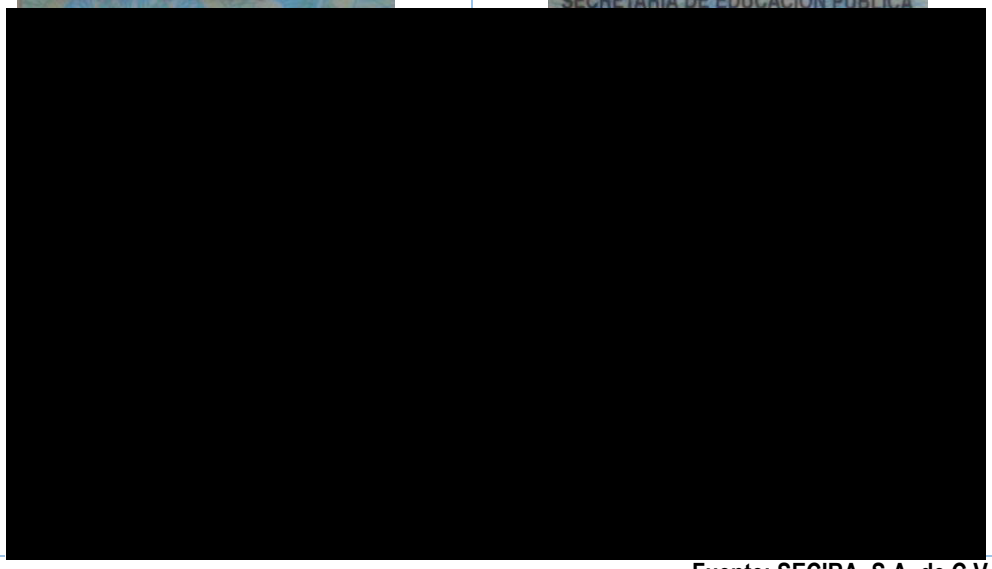
El nombre de la empresa responsable de realizar la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.** Es la empresa Servicio Especializados en Consultoría en Impacto y Riesgo Ambiental S.A. de C.V., el responsable técnico es el Biol. Julio Alejandro Sánchez Mayen. La cedula profesional del responsable técnico se muestra a continuación:

Tabla I. 4. Datos del Resposable Técnico

1	Participante Técnico	Biólogo Julio Alejandro Sánchez Mayen
2	[redacted]	[redacted]
3	Cédula de Licenciatura:	5406370







Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

I.3.1 Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

A T E N T A M E N T E

_____

BIOL. JULIO ALEJANDRO SÁNCHEZ MAYEN
RESPONSABLE TÉCNICO

I.4. Ubicación del proyecto

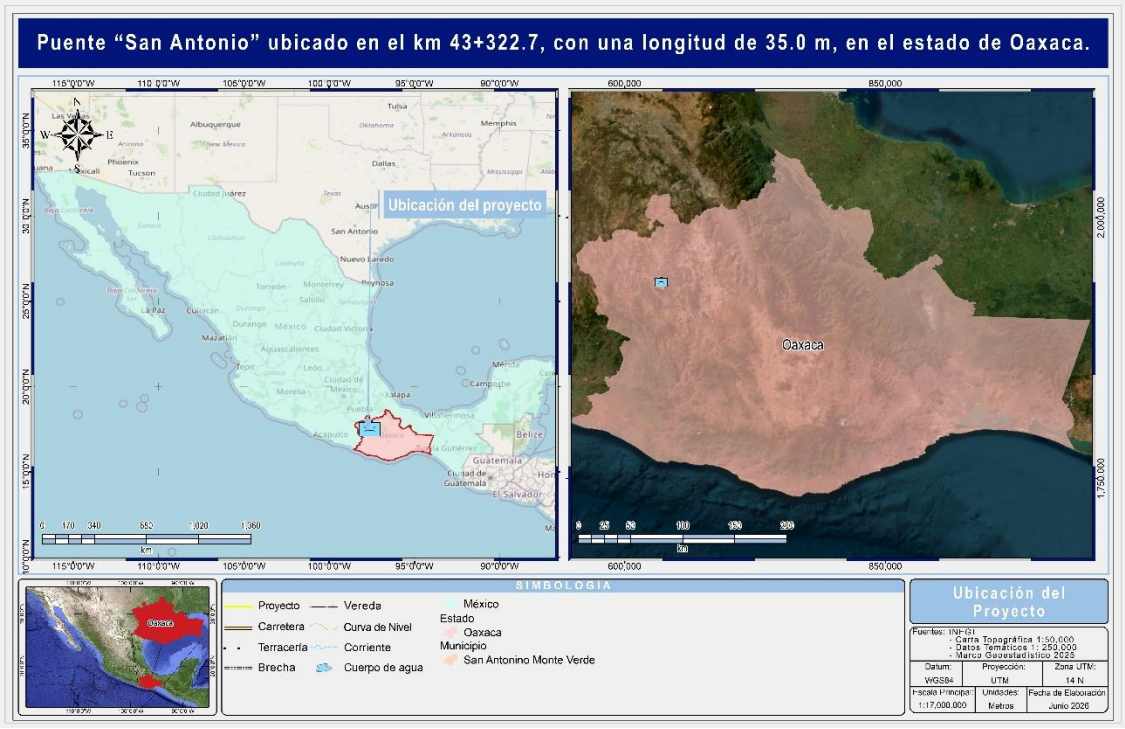
El proyecto se localiza en el Estado de estado de Oaxaca, el cual se encuentra al sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km^2, cifra que representa el 4.8 % del total del territorio de la República Mexicana.

Así mismo el proyecto se localiza dentro del municipio:

- San Antonino Monteverde: Se localiza Entre los paralelos 17°27' y 17°36' de latitud norte; los meridianos 97°41' y 97°49' de longitud oeste; altitud entre 1 800 y 3 300 m. Colinda al norte con los municipios de Tezoatlán de Segura y Luna y Villa Chilapa de Díaz; al este con los municipios de Villa Chilapa de Díaz, San Sebastián Nicananduta y San Pedro Mártir Yucuxaco; al sur con los municipios de San Pedro Mártir Yucuxaco y San Juan Ñumí; al oeste con los municipios de San Juan Ñumí y Tezoatlán de Segura y Luna. Ocupa el 0.12% de la superficie del estado.

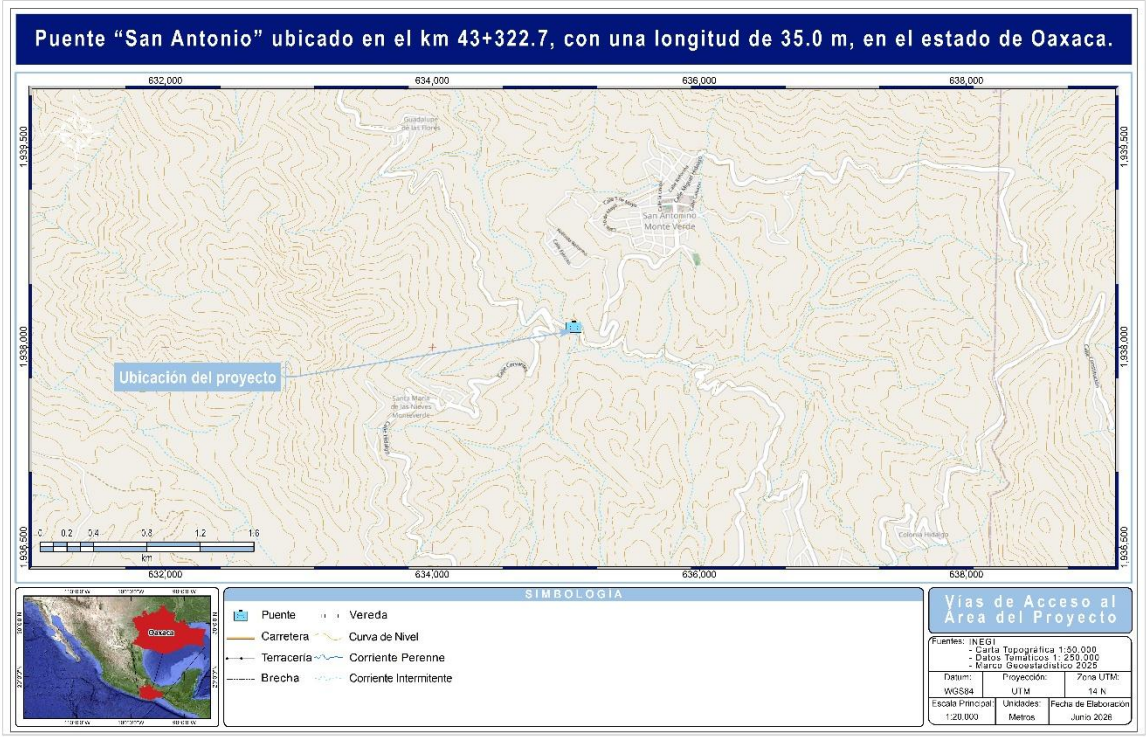
En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto respecto a los distintos órdenes de gobierno.

Imagen I. 7. Ubicación del puente proyectada en distintos órdenes de gobierno.



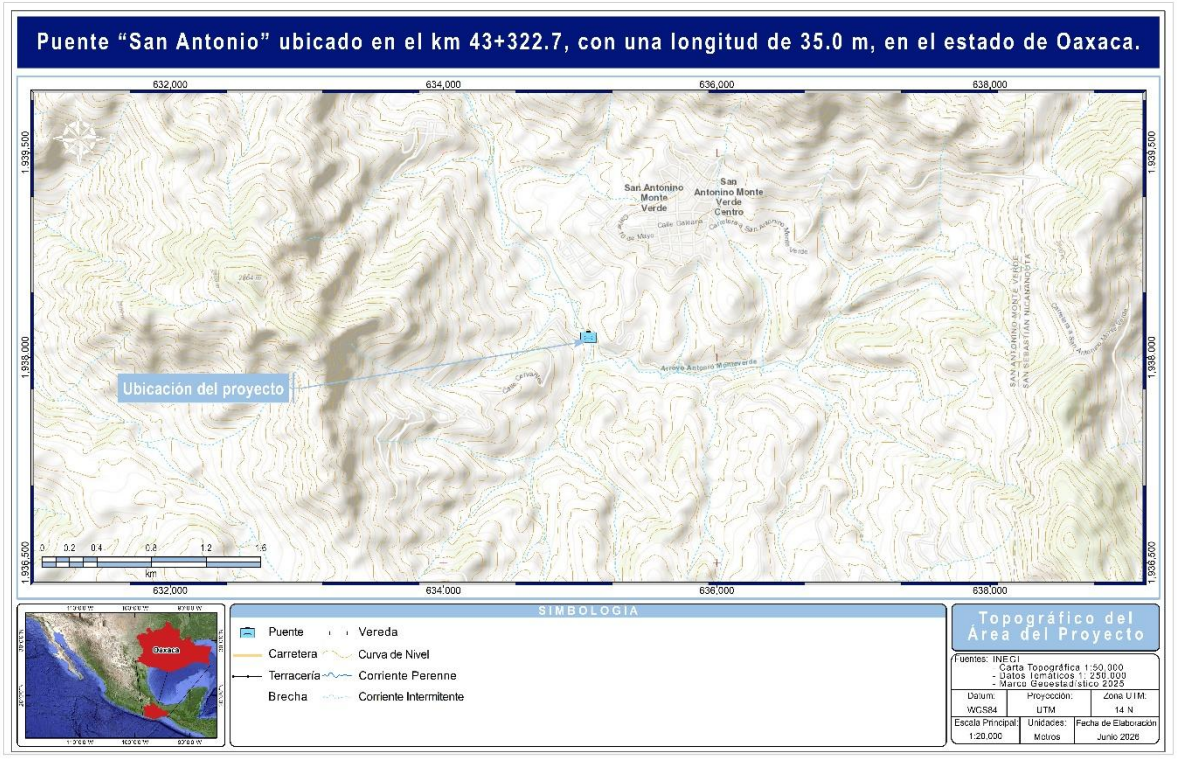
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 8. Vías de acceso al área del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 9. Topográfico del área del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El proyecto consiste en la construcción de un puente para librar las aguas del "Rio San Antonio", la estructura tiene una longitud de 35.00 metros y cuenta con 1 claro, adicionalmente se consideran accesos por cada lado del proyecto, el acceso 1 (norte) el cual conecta con la Ciudad de Huajuapan de León, tiene una longitud de 40 metros, y el acceso 2 (sur) de 40 metros que comunicará con la cabecera municipal de San Antonino Monteverde, la longitud total del proyecto es de 115.00 metros, a continuación, se presentan loa principales cadenamientos de los elementos que integran el proyecto.

Tabla I. 5. Cadenamientos del proyecto.

Acceso 1 (incluye losa de acceso de 6.2 m de largo)		Estructura		Acceso 2 (incluye losa de acceso de 6.2 m de largo)	
40.00 Metros		35.00 Metros		40.00 Metros	
42+265.29	42+305.29	42+305.29	42+340.29	42+340.29	42+380.29

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 10. Ubicación de los componentes que incluye el proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de la estructura del puente, así como las coordenadas de su eje incluyendo accesos.

Tabla I. 6. Coordenadas de la estructura del proyecto.

Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
1	635,083.42	1,938,143.75	-097° 43' 38.71"	+17° 31' 31.86"
2	635,047.70	1,938,143.17	-097° 43' 39.93"	+17° 31' 31.85"
3	635,049.97	1,938,152.21	-097° 43' 39.85"	+17° 31' 32.15"
4	635,085.69	1,938,152.79	-097° 43' 38.64"	+17° 31' 32.16"

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fotografía I. 2. Fotografía aérea del área del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se mencionó anteriormente se trata de un proyecto que incluye la estructura del puente, así como los accesos, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del eje del proyecto.

Tabla I. 7. Coordenadas de los principales cadenamientos del eje del proyecto.

Cadenamiento	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
42+265.29	635,008.93	1,938,148.71	-097° 43' 41.24"	+17° 31' 32.04"
42+285.29	635,028.84	1,938,147.33	-097° 43' 40.56"	+17° 31' 31.99"
42+305.29	**635,048.84**	**1,938,147.67**	**-097° 43' 39.89"**	**+17° 31' 32.0"**
42+325.29	635,068.83	1,938,148.01	-097° 43' 39.21"	+17° 31' 32.01"
42+340.29	**635,084.56**	**1,938,148.28**	**-097° 43' 38.68"**	**+17° 31' 32.01"**
42+345.29	635,088.83	1,938,148.35	-097° 43' 38.53"	+17° 31' 32.01"
42+365.29	635,108.70	1,938,147.19	-097° 43' 37.86"	+17° 31' 31.97"
42+380.29	635,122.07	1,938,139.21	-097° 43' 37.41"	+17° 31' 31.71"

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

I.4.1 Selección del sitio

La construcción del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.** Tiene como objetivo principal la conectividad del Municipio de Antonino Monteverde, ya que actualmente los pobladores cruzan por un puente vehicular como se ha mostrado anteriormente estos no cumplen con las condiciones un paso peatonal seguro y el tránsito de dos vehículos a la vez, actualmente el trayecto para cruzar el "Río ¨San Antonio" tiene que ser un vehículo a la vez, el cruce por dicha estructura implica un riesgo intrínseco, dado lo anterior y con la inserción del proyecto, se optimizarán los tiempos de recorrido y seguridad de las personas que cruzan el Río, involucrando también todas las poblaciones y congregaciones a su paso, la principal función del puente es que comunique de forma más eficiente en cuanto a cantidad, calidad y tiempo; incrementando los índices de calidad del transporte de bienes y servicios en la región, así como promover el desarrollo económico de la región involucrada, al mismo tiempo este puente es la respuesta a la necesidad de conexión de los habitantes de las localidades de la región. Así mismo se busca la seguridad para los habitantes de la zona incrementándose en épocas de lluvia y disminuyendo en épocas de estiaje.

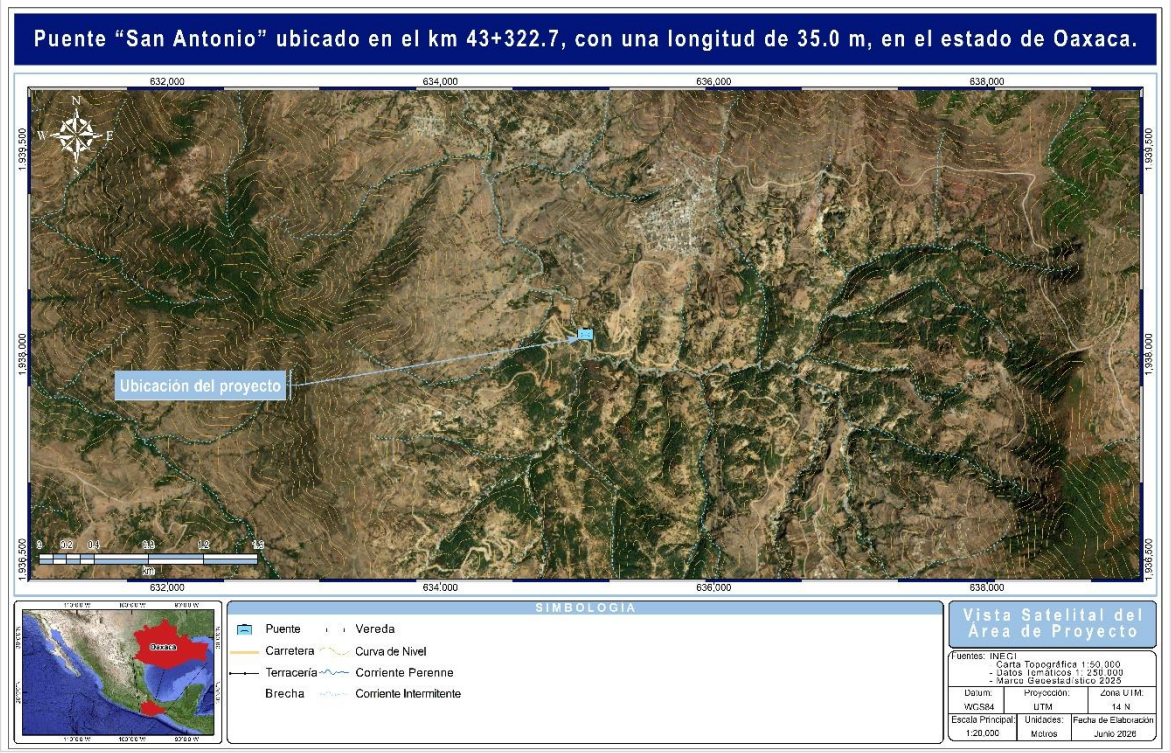
Fotografía I. 3. Estructura actual para cruce.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El proyecto se concibe como un coadyuvante del desarrollo vial que permitirá la comunicación entre las diferentes localidades aledañas, que facilitará el desplazamiento de personas, de sus productos y bienes.

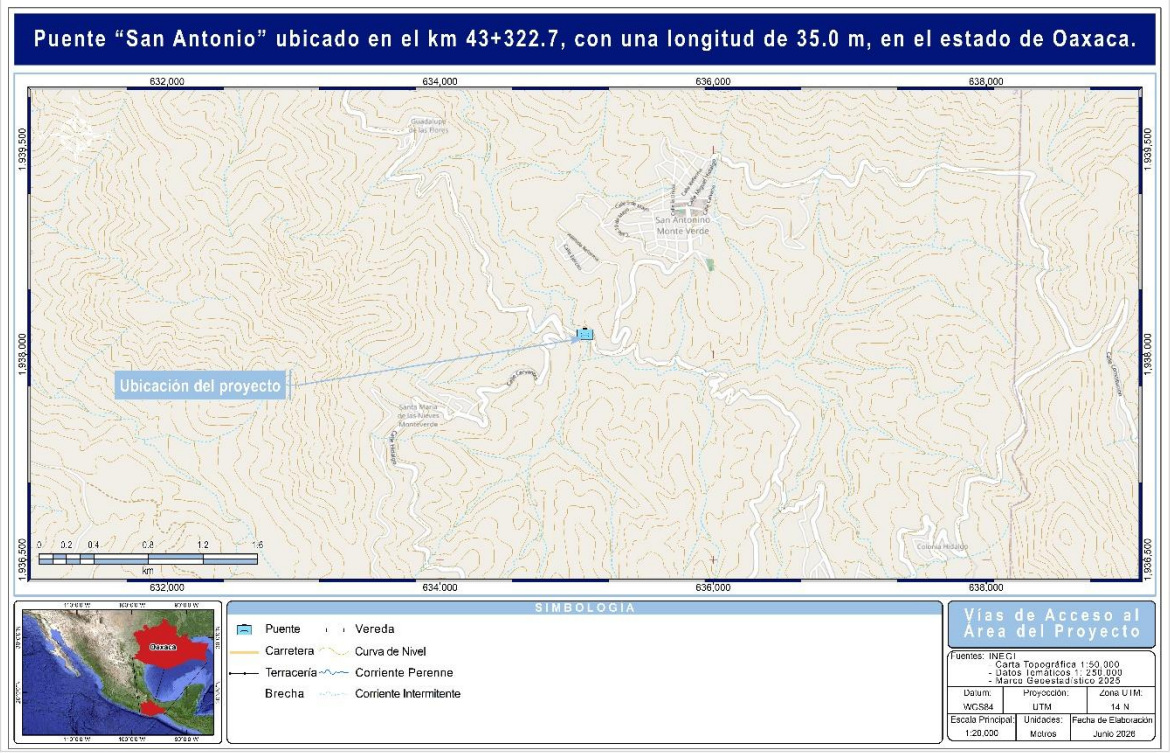
Imagen I. 11. Localización del puente proyectado.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El Municipio de San Antonino Monteverde se beneficiará ya que la construcción de este puente disminuida el tiempo de traslado a Huajuapan de León, además, el proyecto fungirá como promovente del desarrollo económico de la región involucrada, al mismo tiempo este puente es la respuesta a la necesidad de conexión de los habitantes de las localidades de la región. Así mismo se busca la seguridad para los habitantes de la zona incrementándose en épocas de lluvia y disminuyendo en épocas de estiaje. Este Puente ayudará a mejorar las condiciones económicas de las poblaciones cercanas a ella y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte, así mismo será un importante apoyo para el desarrollo de las Localidades y beneficiará de manera secundaria a las poblaciones más alejadas de esta zona. Es importante considerar que, aunque se trata de la construcción de infraestructura, para garantizar la seguridad de los usuarios es necesario contar con ella, ya que en épocas de lluvia se interrumpe el tránsito en la Población. Otro factor de importancia es que el proyecto se encuentra ampliamente vinculable con cualquier tipo de Ordenamiento Jurídico Aplicable en Materia Ambiental tal y como se sustenta en el capítulo siguiente.

Imagen I. 12. Vías de acceso al área del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

I.5. Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias

I.5.1 Preparación del sitio

La preparación del sitio consiste el deshierbe y la colocación de señalamiento preventivo de la obra. En esta etapa se deberán realizar estas actividades sólo en los lugares señalados por el proyecto para el desplante de estructuras. Las tareas que se incluyen dentro de esta etapa, para preparar el terreno donde se ha de realizar la construcción del puente.

Deshierbe

El deshierbe es la remoción de la vegetación herbácea existente en el sitio donde se desplantarán las zapatas, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal de forma manual, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad.

El deshierbe comprende:

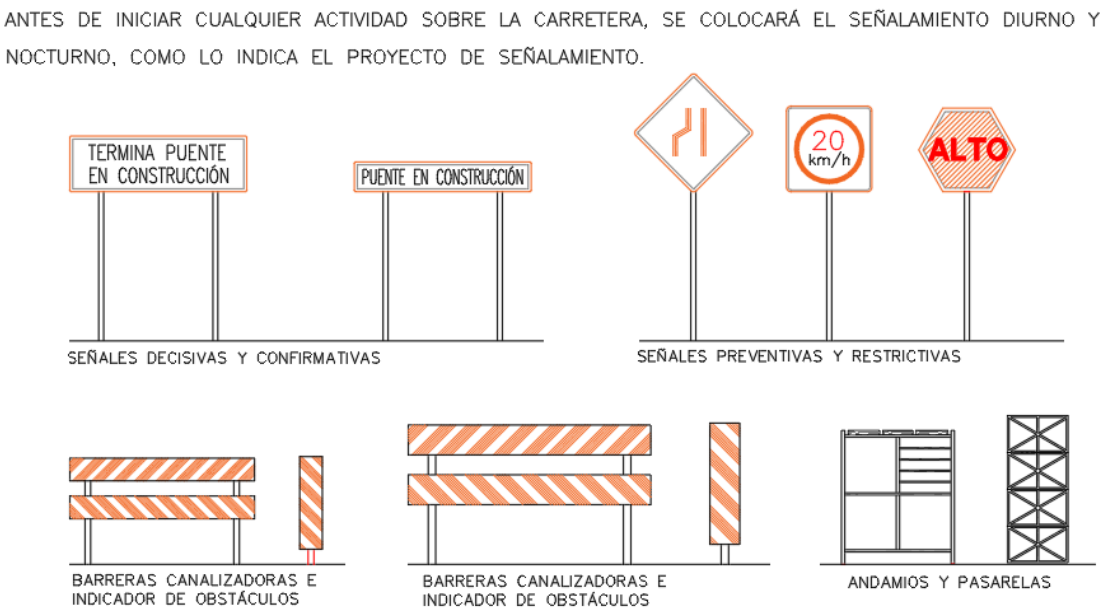
- Roza que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembra.
- Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces
- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del deshierbe al banco de tiro que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

Los residuos producto del deshierbe se cargarán y transportarán al sitio o bancos de tiro, en vehículos adecuados o con cajas cerradas y protegidas con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen.

Colocación de señalamiento preventivo de obra

Previo al inicio de los trabajos, se colocará señalamiento preventivo conforme a la Norma N-PRY-CAR-6-01-002/00 "Señalamiento y dispositivos para protección en obras". Se instalarán señales verticales, conos, banderolas, barricadas, lámparas intermitentes y dispositivos reflejantes para garantizar la seguridad de los trabajadores y usuarios. La ubicación se definirá según el proyecto y las condiciones de tránsito, manteniendo visibilidad y orden durante toda la ejecución de los trabajos.

Imagen I. 13. Señalamiento de la obra.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

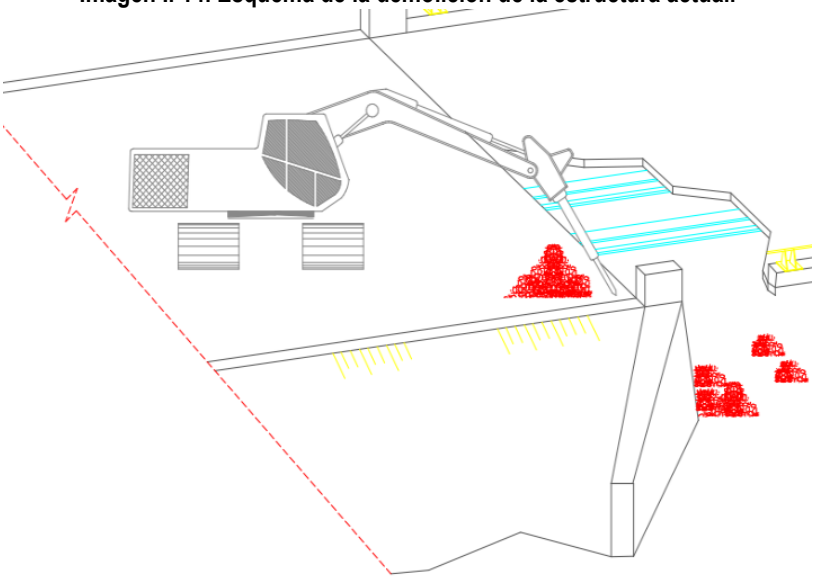
Demoliciones y desmantelamientos

Se realizarán demoliciones controladas de los elementos existentes que interfieran con la nueva estructura, tales como losas, parapetos, estructuras metálicas o elementos de concreto. Los materiales producto de la demolición serán retirados del sitio y, en su caso, se aprovecharán los que el residente determine.

Los procedimientos seguirán la Norma N-CTR-CAR-1-02-004/00 "Demoliciones", considerando medidas de seguridad y confinamiento de polvo y escombros.

No se tienen contemplados sitios de depósito provisionales por lo que los acarreos se llevarán a cabo de forma directa entre la zona del proyecto y los bancos autorizados.

Imagen I. 14. Esquema de la demolición de la estructura actual.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

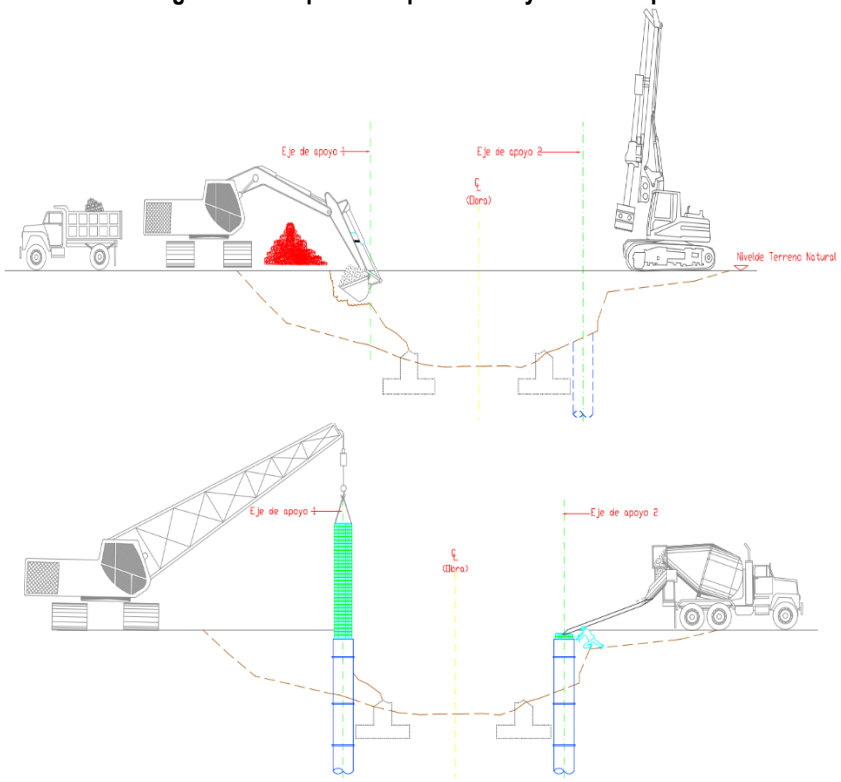
I.5.2 Etapa de construcción

En este rubro se describirá al menos lo siguiente: obras permanentes, asociadas y sus correspondientes actividades de construcción, de ser el caso, tanto sobre tierra firme como en el medio acuático. Es recomendable se describan someramente los procesos constructivos, y en cada caso, señalar las características de estos que deriven en la generación de impactos al ambiente, así como las modificaciones previstas, cuando estas procedan, a dichos procesos para reducir sus efectos negativos. No es útil incluir el catálogo de los conceptos de la obra, sino únicamente la parte o etapa constructiva más representativa. Las fases que componen la construcción del puente son las siguientes:

Fase 1. Plataforma para colado de pilas.

a) Se realizará la construcción de una plataforma en cada uno de los ejes de las pilas en la zona del cauce, con un ancho tal que permita la circulación y maniobras del equipo de perforación, así como los trabajos relativos a la fabricación de las zapatas.
b) Una vez terminados los trabajos de construcción de la cimentación se retirará este terraplén, reestableciendo de la mejor manera posible la sección hidráulica del cauce.

Imagen I. 15. Esquema de plataforma y colado de pilas.



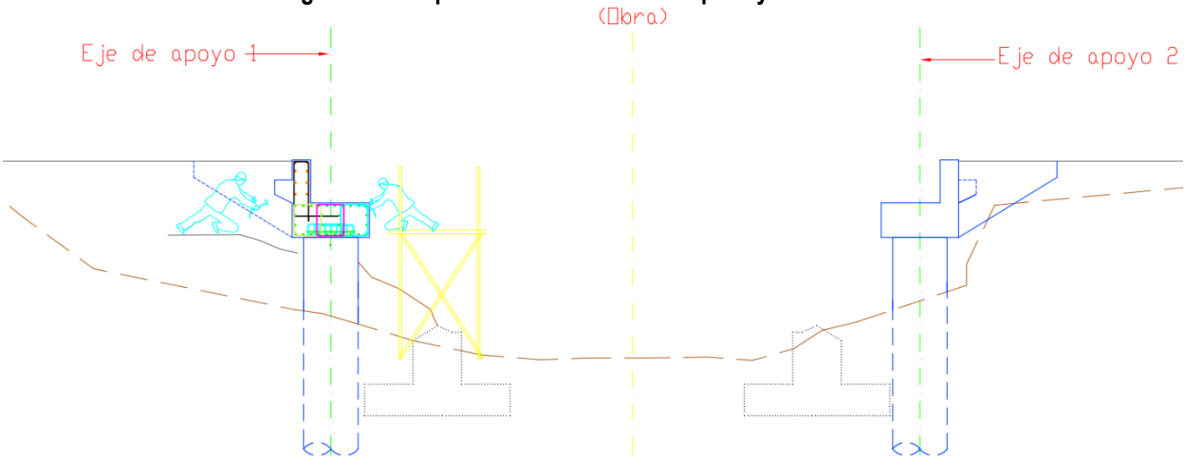
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fase 2. Cimentación, pilas y cabezales.

a) Se ejecutarán los trabajos de perforación, habilitado y colocando el acero de refuerzo, así como del vaciado de concreto en pilas de cimentación.
b) Una vez que han sido terminadas las pilas de cimentación se procederá a desarrollar los trabajos de habilitado, colocación de acero de refuerzo y vaciado de concreto en las zapatas.
c) Así mismo, se dejarán las preparaciones para el refuerzo de las pilas.

d) Ya terminados los trabajos antes descritos se procederá a la construcción de las pilas. El colado de estas podrá ser por etapas, dejando juntas horizontales y el adecuado traslape en el acero de refuerzo. Lo anterior con el fin de asegurar el buen vibrado del concreto y por consiguiente la adecuada colocación de este. Se dejarán las preparaciones para el acero de refuerzo del cabezal.
e) En el caso de las zapatas se efectuarán trabajos de excavación y relleno.
f) Se procederá al habilitado y armado del acero de refuerzo en los cabezales y su correspondiente colado.

Imagen I. 16. Esquema de cimentación de pilas y cabezales.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fase 3. Caballetes.

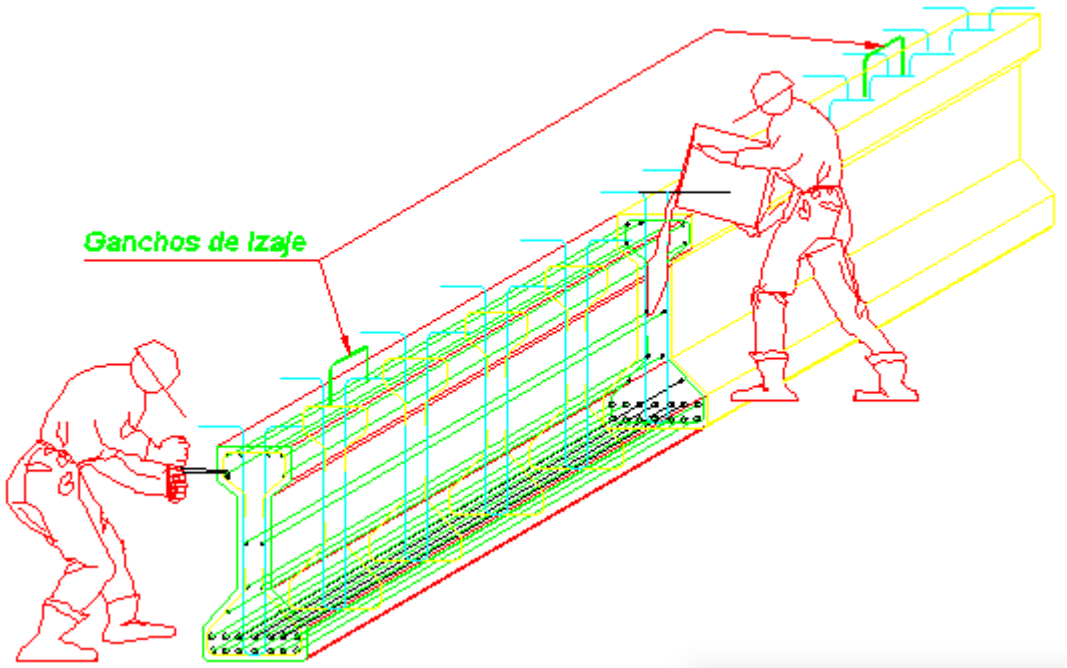
a) Al mismo tiempo que se construye la subestructura de los ejes intermedios se podrán realizar los trabajos correspondientes a la conformación de los terraplenes de acceso.
b) Ya terminados los terraplenes de acceso se podrán realizar los trabajos correspondientes a la construcción de la infraestructura de los apoyos extremos (estribos).
c) Se efectuarán las excavaciones necesarias hasta alcanzar el nivel de desplante de las coronas.
d) Posteriormente, se ejecutarán los trabajos de perforación, habilitado y colocación de acero de refuerzo, así como del vaciado de concreto en las pilas de cimentación. Se dejarán las preparaciones para el acero de refuerzo de las coronas.
e) Una vez que se han terminado los trabajos antes mencionados, se procederá al habilitado y armado del acero de refuerzo, así como el correspondiente vaciado de concreto en las coronas.
f) Se rellenarán las zonas de excavación en el perímetro de los caballetes.
g) Se colocará la protección en los conos de derrame.

Fase 4. Fabricación de trabes y pre-losas.

a) Mientras son ejecutados los trabajos de construcción de la subestructura del puente, se realizarán las actividades concernientes a la fabricación de trabes y pre-losas, los cuales podrán desarrollarse en planta o en un patio de fabricación adyacente a la zona del puente.

Este procedimiento se realizará juntamente con el desplante de la estructura. Deberá considerarse un espacio cubierto donde puedan resguardarse y darles mantenimiento a los equipos necesarios para la construcción y tensado de las trabes.

Imagen I. 17. Trazo de la estructura y fabricación de trabes.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fabricación de trabe.

- Los moldes para las trabes deberán tener acabado metálico y cumplir con las Especificaciones para construcción de la (SICT)
- El concreto deberá satisfacer en su elaboración, vibrado y curado las prescripciones correspondientes a las especificaciones de (SICT)
- Todo el concreto deberá ser vibrado interior y exteriormente o en ambas formas. Esta operación se hará en forma cuidadosa para impedir el sangrado del concreto.
- Las varillas de acero de refuerzo deberán mantenerse firmemente en su posición, mediante escantillones o separadores de acero o bloques de concreto, no se permitirá el uso de madera para este objeto.
- El concreto deberá presentar, al descimbrar, superficies lisas sin vacíos ni poros.
- El acero de presfuerzo se tensa antes del colado.
- El acero se ancla inicialmente en los muertos de anclaje.
- El concreto se cura a vapor durante un lapso menor de un día.

El contratista certificará que dispondrá de un técnico especializado en trabajos de concreto postensado que conozca el sistema que se pretenda emplear y que vigile la fabricación de las trabes durante las fases fundamentales.

Cuando las pruebas de los cilindros de muestra indiquen que el concreto usado en el colado ya ha alcanzado la siguiente resistencia de ruptura, se soltarán por los torones:

Para F'c=350kg/cm^2

F'c=280kg/cm^2

Los dispositivos para el manejo y la sujeción lateral de las trabes solo podrán ser retirados cuan éstas queden montadas en su posición final y debidamente contraventeadas.

Fase 5. Montaje de trabes y colado de losa.

- Excavación en roca a nivel según proyecto para desplante de cimentación.

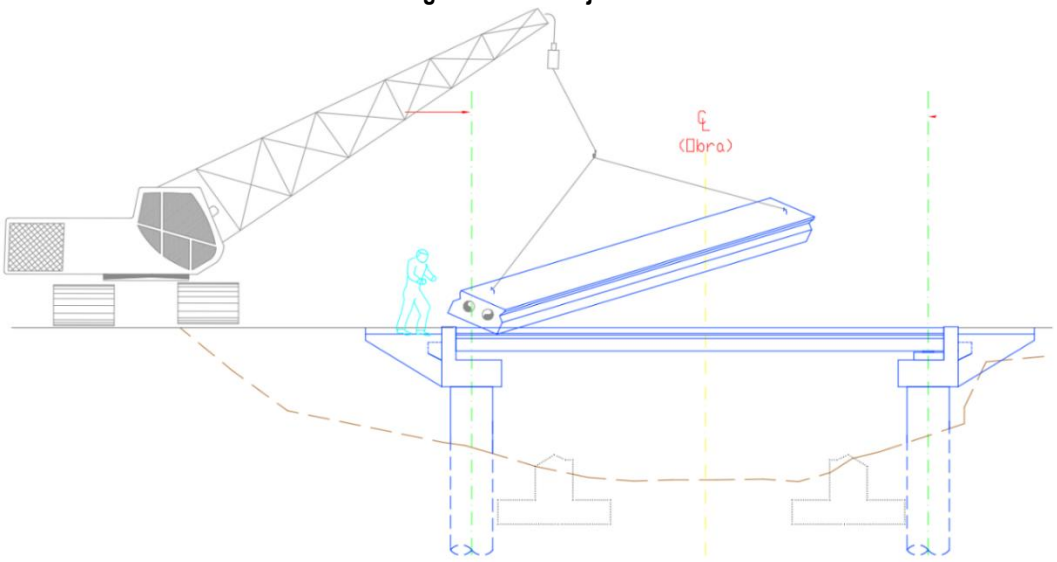
- Deberá limpiarse el lugar de escombros y vegetación para seguir con el trazo y nivelación del predio.
- Deberá tenerse mucha atención que durante la excavación superficial para los aproches no se tengan taludes abiertos por largos periodos de tiempo, para evitar que el material expuesto se intemperisa por perdida de contenido de agua.
- Habilitado, armado y construcción de cimentación y cabezal. Se colocará la plantilla de concreto simple de f'c=250kg/cm2, se procederá a la construcción de las zapatas dejando anclado el refuerzo del cabezal antes de iniciar el colado. Después se construirá el cabezal.
- Habilitado, armado y construcción de cabezal y topes sísmicos, longitudinales y transversales. El colado deberá realizarse de forma monolítica. Se construirá el cabezal, dejando anclado el refuerzo de los aleros. Para retirar la obra falsa y los moldes, se cumplirá con lo que corresponda del capítulo XXII de las Especificaciones de la S.I.C.T En todas las aristas se harán chaflanes de 2x2cm. La superestructura se podrá apoyar en los cabezales cuando la resistencia del último colado de las coronas sea del 90% del f'c y no antes de 21 días.
- Colocación de neoprenos sobre cabezal.
- Colocación de fondo de la cimbra del diafragmaron madera del mismo espesor de los neoprenos.
- Protección de neoprenos y cimbra de fondo de diafragma con lona.
- Habilitado y armado de acero inferior del diafragma, bajo las trabes.
- Montaje de trabes reforzadas Tipo AASHTO sobre calzas de madera apoyados sobre topes longitudinales y colocación de crucetas en trabes para su fijación.

Colocación

a) Se procederá a la colocación de la estructura de lanzamiento. Esta quedará ubicada de forma tal que permitirá el montaje de las trabes en los tableros. Las trabes serán colocadas sobre los apoyos definitivos, por lo que es sumamente importante que al ser colocadas sean correctamente niveladas y arriostradas para evitar cualquier desplazamiento de estas.
b) Una vez que se han montado las trabes de los tableros antes mencionados, se desplazará la viga de lanzamiento hasta que quede colocada de forma tal que permita la colocación de las trabes de los tableros.
c) Mientras son colocadas las trabes se procederá a la colocación de pre-losas, habilitado y armado de acero de refuerzo, así como el vaciado de concreto en losas de los tableros. Es importante no olvidar colocar el acero de refuerzo necesario para el correcto anclaje de las banquetas y guarniciones, así como las reservaciones para la colocación de la junta de dilatación en los ejes.
d) Una vez que han sido montadas las trabes de los tableros se desplazará la viga de lanzamiento hasta que quede colocada de forma tal que permita la colocación de las trabes.
e) Una vez que han sido colocadas las trabes del tablero, se desplazará la viga de lanzamiento para su desmantelamiento y retiro de la obra.
f) Mientras es retirada la viga de lanzamiento, se ejecutarán los trabajos concernientes a la colocación de pre-losas, habilitado y armado de acero de refuerzo, así como el vaciado de concreto en losas de los tableros.

Montaje de trabes. Las trabes se transportarán invariablemente con el alma vertical y apoyándolas exclusivamente en la zona de sus extremos sin acuñar ni introducir apoyo intermedio alguno. Los cables o tirantes para izar las trabes se conectarán únicamente a los extremos de estas, en los ganchos de izado. Se tomarán todas las precauciones del caso, para evitar el pandeo durante el montaje de las trabes, el colado de los diafragmas y de las losas.

Imagen I. 18. Montaje de trabes.



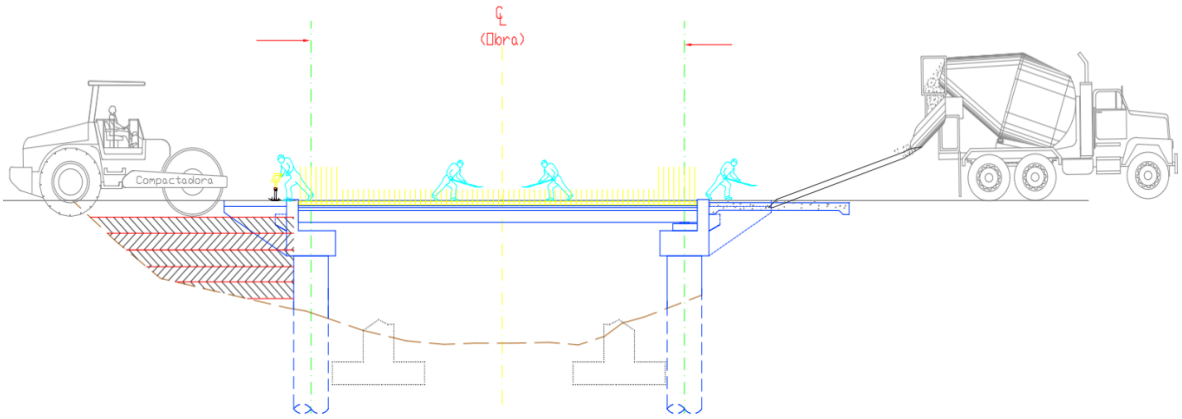
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Procedimiento para el montaje de trabes

a. Armado el dispositivo con pórticos y balancines de corrimiento longitudinales.
b. Alimentación de trabes con el auxilio de un "Dolly".
c. Sujeción de las trabes con balancines y corrimiento longitudinal a través del dispositivo.
d. Descenso y posicionamiento de trabes a sus ejes.
    1. Una vez montadas las trabes, se procede a terminar el habilitado y armado de los diafragmas. Terminado el habilitado y armado de los diafragmas se procede a cimbrar los diafragmas para posteriormente iniciar el colado de estos. Una vez colado el diafragma y ya que el concreto ha alcanzado una resistencia mínima del 90% se procederá al descimbrado y retiro de calzas.
    2. Habilitado, armado y colado de losa sobre trabes reforzadas y diafragmas. Una vez colocados las trabes y terminados los diafragmas se hará el colado de la losa, debiéndose tener cuidado en dar los espesores de losa indicados en el proyecto y dejar las cajas en cada extremo longitudinal de la losa antes del colado, para alojarlas juntas de dilatación, según se indica en los planos respectivos.
    3. Habilitado, armado y colado de guarniciones y remate de parapeto metálico.
    4. Instalación de parapetos, paralelamente se podrá realizar la colocación de juntas de dilatación.
    5. Instalación de juntas tipo MEX-T-50, para su correcta colocación, la secuencia constructiva es la siguiente:
        - Rellenar los espacios de las cajas para la junta con grava suelta o arena.
        - Colocar la carpeta corrida. Deberá colocarse la carpeta asfáltica de manera de corregir cualquier defecto de nivelación de la losa a fin de que obtenga una superficie continua sin andanadas o lomas.
        - Cortar la carpeta con disco de diamante.
        - Abrir las cajas para la junta retirando la carpeta y la grava suelta.
        - Colocar los soportes metálicos de la junta sosteniendo por brazos suspensores que se apoyan en ambos lados sobre la carpeta.
        - Colocar concreto con 400kg de cemento por m3 hasta el nivel de la carpeta. Utilizar vibrador.
        - Retirar los brazos de soporte recomendados por el fabricante y colocar el perfil de neopreno.
        - Ver especificaciones del fabricante.
    6. Colocación de riego de liga sobre la calzada del puente.

7. Losas de acceso se colocarán sobre el relleno compactado al 95% de su peso volumétrico seco máximo. Deberá colocarse la carpeta asfáltica de manera de corregir cualquier defecto de nivelación de la losa a fin de que obtenga una superficie continua son hondonadas o lomas.
8. Limpieza de la obra se abrirá al tránsito vehicular en cuanto el concreto estructural de la última etapa de colado haya adquirido el 80% de su f'c de proyecto.

Imagen I. 19. Riego de liga sobre calzada del puente.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fase 6. Trabajos en zonas de accesos.

a) Se realizarán las adecuaciones pertinentes en los caminos existentes, para las nuevas condiciones de tránsito vehicular.
b) Se construirán los lavaderos y demás obras complementarias (bordillo, acotamiento, defensa metálica, etc.) en los accesos al puente.

Fase 7. Superficie de rodamiento.

a) Se procederá a la ejecución de los trabajos concernientes a la construcción de banquetas y parapetos.
b) Se efectuará la colocación de la carpeta asfáltica, teniendo especial cuidado de no bloquear las reservaciones para la colocación de la junta de dilatación.
c) Se realizarán los trabajos de colocación de junta de dilatación.
d) Se ejecutarán los trabajos de pintura en parapetos.
e) Se colocarán los dispositivos de señalamiento vertical y horizontal.
f) Finalmente, el puente será abierto a la circulación.

I.5.3 Etapa de operación y mantenimiento.

La naturaleza propia de las obras requiere un mantenimiento continúo debido al deterioro constante originado por el tránsito de vehículos, para lo cual la Dirección General de Carreteras Federales de la S.I.C.T. contempla programas permanentes de mantenimiento.

a) Descripción general del tipo de servicios que se brindaran en las instalaciones

   El servicio que brindará el puente será el de vía de comunicación, que tendrá como principal objetivo la conexión entre las comunidades cercanas a San Pedro y San Pablo Teposcolula.
b) Las tecnologías que se utilizaran en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos.

   No se utilizarán ningún tipo de tecnología fuera de la ya conocida y convencional para este tipo de obras.

c) Tipo de reparaciones a sistemas.

Los trabajos de conservación y mantenimiento de un puente se dividen en: La conservación rutinaria se realiza en forma anual y corresponde a la conservación normal de un puente, que consiste en limpieza de las diferentes estructuras del puente, pintura de parapetos en la calzada y calafateo de juntas de dilatación, así como reparación de baches en los accesos. La conservación periódica se considera en un rango de 3 a 5 años y consiste en pintura de parapetos, calafateo de juntas de dilatación, bacheo mediante el sistema de cajeo a nivel de sub-base, reposición de losas dañadas, reencarpetado en frío, así como riego de sello en los accesos al puente. Asimismo, se incluyen las preparaciones como el alineamiento vertical y horizontal de tableros de la superestructura, cambio de apoyos, cambio de juntas de dilatación, rehabilitación del concreto degradado, tratamiento de armados expuestos, inyección de grietas en subestructura y superestructura.

A continuación, se mencionan los programas de conservación preventiva y correctiva, así como el programa de conservación rutinaria de la SICT que deben de llevarse a cabo para el mantenimiento de las carreteras, para que tengan un adecuado funcionamiento y mayor vida útil, que pueden ser tomados en cuenta para aplicar a este tipo de caminos y obras.

Programa de conservación preventiva y correctiva según la SICT.

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro SICT y a la DGPSCT.
2. Obtener índice de servicio actual o IRI de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.
3. Evaluar las obras de drenaje y subdrenaje que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SICT.
4. Identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, deslizamientos de material y procesos erosivos, entre otros. Para su estudio se debe proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SICT.
5. Inspeccionar las condiciones físicas de las estructuras que presenten problemas. Para la evaluación de las estructuras proceder como se indica en Programa de Conservación Preventiva de la SICT.
6. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SICT.
7. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada a la DGPSCT y al centro SICT correspondiente.
8. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SICT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria, de acuerdo con los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección General del Centro SICT correspondiente.
9. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

Programa de conservación rutinaria.

1. Realizar inspecciones diarias en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en:

- Cercado e invasión del derecho de vía.
- Mantenimiento de vegetación incorporada y reforestación, en caso de ser necesario.
- Retiro de derrumbes, residuos domésticos y limpieza de la superficie de rodamiento.
- Carencia de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
- Rehabilitación de destrozos y daños en jardinería y áreas verdes o muerte de arbolado introducido.

2. Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:

- Defensas y señales de tipo normal.
- Obras de drenaje
- Obras complementarias de drenaje
- Atención a los baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
- Colocación de propaganda o anuncios espectaculares no autorizada
- Limpieza de cunetas y derecho de vía
- Daños en el camino, derivados de accidentes vehiculares.
- Contracunetas y subdrenajes
- Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
- Deslave en terraplenes
- Fallas locales de cortes
- Postes y fantasmas
- Deshierbe y poda de vegetación
- Terraplenes de acceso a estructuras, principalmente en el área de juntas
- Apoyo y juntas de estructura
- Pintura en general

Se tendrán los señalamientos necesarios de acuerdo con el Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito de la Secretaría Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, en las que se incluyen:

- Señales preventivas
- Señales restrictivas
- Señales informativas de destino
- Señales informativas de recomendación
- Marcas en el pavimento o superficies de rodamiento (continuas y discontinuas)

La normativa que se respetará para la construcción del puente está acotada bajo los siguientes:

- SCT, 2016. Normas de servicios técnicos.
- SCT, 1987. Normas para muestreo y pruebas de materiales, equipos y sistemas. Puentes.
- SCT,1998. Normas para construcción e instalaciones. Puentes.
- Además de considerar la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S.I.C.T., vigente.

I.5.4 Etapa de abandono del sitio.

Debido a que se trata de un proyecto de tipo vial no se tiene previsto un abandono del sitio. No obstante, en el caso de que la obra tenga que ser demolida, por causas ajenas al mismo, se elaborará en su momento un programa de demolición, desmantelamiento y confinamiento, lo anterior de común acuerdo con la autoridad estatal y municipal, con el fin de acordar el confinamiento de los residuos que resulten de la misma. Esta obra contempla un programa de conservación y mantenimiento que hará que la obra extienda la vida útil de proyecto. Sólo se tendrá cuidado de retirar todos los materiales, instalaciones provisionales, maquinaria y equipo al término de las obras de construcción.

El puente vehicular quedara clasificado como una obra de utilidad continua como vía de comunicación, sin embargo, para el abandono del sitio se propone llevar a cabo un programa de limpieza que consistirá en realizar la limpieza del terreno y en un área de influencia de 100 metros a la redonda conforme se vaya terminando el puente, en las distintas etapas de preparación y construcción. Se deberá recoger y confinar residuos de madera, plásticos, padecerá metálica, cartones, residuos de mezcla de concreto, etc. Se recomienda que este programa

sea permanente. En el caso de los sitios utilizados para la instalación del taller serán restituidos, quedando en las condiciones originales o en las que se quede de común acuerdo con el propietario del predio.

I.5.5 Obras temporales y/o actividades provisionales

Se entiende por obras provisionales a todas aquellas obras que el contratista debe diseñar, construir, instalar y retirar, y que son necesarias para la construcción del proyecto. Para el proyecto se puede considerar la instalación de las siguientes obras provisionales, aunque es importante mencionar que el diseño e instalación de estas obras quedará a cargo de la empresa constructora, así como las especificaciones particulares de cada una de ellas, por lo que a continuación se muestra únicamente una descripción general de las obras que se prevé que la empresa constructora requerirá:

- **Caminos de acceso:** Para llegar al sitio destinado a la construcción del PUENTE, se utilizarán los caminos existentes que conectarán la estructura, por lo que NO se requerirá la apertura de caminos de accesos.
- **Almacen temporal, bodegas y talleres provisionales:** Se establecerá un almacén provisional para el resguardo de materiales que se localizará en el derecho de vía, en terrenos desprovistos de vegetación. Sus dimensiones serán de aproximadamente 11 m^2 y su estructura será hecha a base de madera, cartón y lamina. No será necesario el retiro de vegetación para su instalación, se prohibirá almacenar materiales inflamables, grasas, aceites y/o combustibles, por lo que únicamente se guardarán herramientas básicas y materiales para la construcción.
- **Campamentos y dormitorios:** Los trabajadores serán originarios principalmente de las localidades aledañas al proyecto, por lo que no será necesaria la construcción de campamentos o dormitorios ya que al término de cada jornada laboral los trabajadores regresarán a sus hogares, para el caso de que estos llegasen a pernoctar, existe la posibilidad de que el Municipio de San Antonino Monteverde se alberguen en una casa que sea rentada para dicho fin.
- **Instalaciones sanitarias:** Únicamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se instalarán sanitarios móviles en una proporción de 1 por cada 20 trabajadores por medio de una empresa que ofrezca este servicio; la misma empresa, se encargará de ofrecer el mantenimiento de los sanitarios y de la recolección y tratamiento del agua residual que se genere. La ubicación de los sanitarios será acorde al avance de obra.
- **Bancos de material:** Para el abastecimiento de materiales, el proyecto los utilizará los bancos más cercanos al sitio que cuenten con autorizaciones para dicho fin. Los materiales serán adquiridos en lugares establecidos en la zona, así como de bancos comerciales en explotación. Cabe señalar que debido a la naturaleza del proyecto el movimiento de materiales es mínimo será dispuesto en un banco de tiro con los permisos pertinente y que la constructora se encarga de encontrar uno que cuente con toda la documentación.
- **Planta de tratamiento de aguas residuales:** Debido a las características del proyecto, no será necesaria la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- **Sitios para la disposición de residuos:** Los residuos que se prevé que se generarán durante las actividades de preparación del sitio, son los que se derivarán de las actividades de despalme, así como algunos residuos domésticos (bolsas y envases de plástico, latas, papel, basura orgánica, etc.) que generarán las cuadrillas de trabajadores. En las actividades de despalme, no se contempla la generación de residuos peligrosos, sin embargo durante la etapa de construcción de la obra se prevé la generación de envases de lubricantes, aditivos y aceite de dos tiempos, residuos diversos de la obra (metales, varilla, cimbras, alambre), así como desechos domésticos en general, los cuales serán depositados en contenedores apropiados que estarán señalados en el programa integral de manejo de residuos, indicando el tipo de residuo que se deberá depositar en los mismos, clasificándola en basura orgánica e inorgánica, para que posteriormente se recolecten al final de cada jornada laboral y

se dispongan en el relleno sanitario municipal o de la región. Los contenedores de residuos estarán localizados al frente de obra y se reubicarán conforme el avance de esta.

- **Residuos de obra:** Los residuos generados como cascajo, varillas, etc., deberá ser depositado en los bancos de tiro que señalen las autoridades locales correspondientes, además su disposición deberá apegarse a los procedimientos locales vigentes, así como en su caso a los planes de manejo municipales en caso de que existan.
- **Basura:** Se genera este tipo de residuos los cuales serán recolectados por el constructor y llevados al relleno sanitario municipal o donde lo dispongan las autoridades pertinentes; los residuos de refacciones y demás materiales producto de servicios y mantenimiento al equipo deberá ser manejado de acuerdo con el programa integral de manejo de residuos y retirado de la obra conforme a lo establecido en la normatividad vigente.
- **Residuos peligrosos:** En lo que respecta a los aceites usados, filtros, grasas, estopas, pinturas y todo residuo tipificado como residuos peligrosos conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, dichos residuos serán clasificados, separados y contenidos por tipo de residuo y recolectados semanalmente por una empresa autorizada para tales fines. Las bitácoras de dicho servicio serán guardadas y reportadas a la SEMARNAT para la verificación de dicho cumplimiento.
- **Patios de maquinaria:** Únicamente será necesario un patio de maquinaria el cual se ubicará al frente de obra, en el área de derecho de vía, así mismo, por las dimensiones del proyecto no se considera que se requiera un área específica y amplia para ello, a consecuencia de la escasa maquinaria que se requerirá para el proyecto. En caso de requerir una superficie como patio o taller provisional, se ubicará dentro de terrenos de algún asentamiento rural cercano a la vialidad y que presenta áreas aptas para dicho fin.
- **Planta de asfalto:** Se pretende utilizar la planta de asfalto más cercana, la cual dará abastecimiento durante la duración de la etapa de construcción del puente, por lo que no será necesario instalar una planta de asfalto en el lugar del proyecto ya que los materiales serán adquiridos y transportados de esta última al frente de trabajo respectivo del proyecto.
- **Aguas residuales:** El proyecto no contempla la generación de aguas residuales, a excepción de las generadas por el uso de los sanitarios móviles; estas aguas residuales serán recolectadas por la misma compañía que sea contratada para otorgar el dicho servicio.
- **Planta móvil de generación eléctrica:** Para el suministro de energía eléctrica requerida durante la etapa de construcción, se prevé el uso de una planta móvil de generación eléctrica, la cual será instalada únicamente cuando las actividades constructivas lo requieran y mientras no exista disponibilidad de una fuente de energía convencional en el frente de trabajo. Este equipo proporcionará la energía necesaria para la operación de herramientas, equipos menores, iluminación temporal y demás actividades auxiliares de la obra. Su permanencia será de carácter temporal y estará limitada al periodo de ejecución de los trabajos su capacidad estará determinada por el personal de campo, por lo que, una vez concluidas las actividades constructivas, la planta será retirada del sitio sin dejar infraestructura permanente asociada.

Las principales áreas provisionales de las listadas anteriormente consideradas son las siguientes:

- **Almacén temporal:** Se habilitará un almacén provisional de aproximadamente **11 m²**, destinado al resguardo de herramientas y materiales menores. Este se ubicará dentro del derecho de vía, en un área sin cobertura vegetal, y será construido con materiales ligeros y desmontables.
- **Patio de maquinaria:** Se dispondrá de un área para resguardo temporal de maquinaria, la cual se ubicará en el área circundante del proyecto. Debido a la magnitud del proyecto, no se requiere una superficie extensa ni acondicionamientos especiales.
- **Talleres provisionales (en caso de requerirse):** En caso de ser necesarios, estos se ubicarán dentro del derecho de vía o en predios cercanos previamente intervenidos, sin implicar remoción de

vegetación ni modificación del uso de suelo. Dicho espacio es propuesto por las condiciones del mismo predio, pero la empresa constructora deberá gestionar los permisos necesarios ante los dueños y ante las instancias legales para poder usarlo.

Se precisa adicionalmente que el proyecto no contempla la instalación de campamentos, apertura de nuevos caminos de acceso, plantas de asfalto ni plantas de tratamiento de aguas residuales, debido a sus características y escala.

En virtud de lo anterior, se concluye que las áreas provisionales están debidamente consideradas, con ubicación definida de manera general dentro del derecho de vía existente y con un carácter estrictamente temporal, por lo que no representan una afectación adicional al entorno. A continuación, se proponen las ubicaciones de dichos elementos antes mencionados.

Imagen I. 20. Ubicación de las áreas de actividades provisionales propuestas en perspectiva al proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Descripción de obras asociadas al proyecto

El proyecto no contempla ningún tipo de obra asociada, sin embargo, se pudieran asociar como obras asociadas al proyecto, la explotación de bancos de préstamo y la generación de emulsiones asfálticas, sin embargo, las autorizaciones para el manejo y explotación de esos sitios es independiente del alcance del presente proyecto.

- Los bancos de materiales que se utilizarán son de arenas y se extraerán conforme se vayan utilizando en los meandros que se tengan más cercanos y con mayor capacidad.
- Las emulsiones asfálticas serán traídas de los sitios más cercanos ya que no se tiene previsto (por la magnitud de la obra) se realicen fundiciones in situ.

I.5.6 Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

La construcción del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.** Tiene como objetivo principal la conectividad de los Municipios de San Antonino Monteverde y Tezoatlán de Segura y Luna, ya que actualmente los pobladores cruzan por un puente vehicular como se ha mostrado anteriormente estos no cumplen con las condiciones un paso peatonal seguro y el tránsito de dos vehículos a la vez, actualmente el trayecto para cruzar el "Río ¨San Antonio" tiene que ser un vehículo a la vez.

Lo anterior con el objetivo de continuar con el desarrollo económico dentro de esta región poniente del país, con la inclusión de una red de puentes y caminos, con mejores especificaciones técnicas, ofreciendo una rápida y segura conectividad dentro de los Municipios de San Antonino Monteverde Tezoatlán de Segura y Luna, así mismo será una vía segura y cómoda para el usuario que transita por la zona, reduciendo su tiempo de recorrido, contando con infraestructura más segura y alineada a las nuevas normatividades de la SICT.

A continuación, se hace la vinculación con diversas leyes y reglamentos con la finalidad de lograr una adecuada fundamentación del proyecto, así como la naturaleza del proyecto, en lo referente a leyes y reglamentos aplicables.

En primer lugar, se vinculó con la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (**LCPAF**) [Publicada el día 22 de diciembre de 1993, en el Diario Oficial de la Federación (**DOF**), y con la última reforma el día 18 de junio de 2018.] con el objetivo clasificar el proyecto, se aplicaron de acuerdo con los artículos 1°,2°, fracciones I, incisos b) y c), V y XVI, y 3°, que a la letra señalan.

"**Artículo 1o.** La presente ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.

Artículo 2o. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

V. Puentes:
a) Nacionales: Los construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión o permiso federales por particulares, estados o municipios en los caminos federales, o vías generales de comunicación; o para salvar obstáculos topográficos sin conectar con caminos de un país vecino, y

b) Internacionales: Los construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios sobre las corrientes o vías generales de comunicación que formen parte de las líneas divisorias internacionales. […]"

XVI. Vías generales de comunicación: Los caminos y puentes tal como se definen en el presente artículo.

Artículo 3o. Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas […]".

Conforme a lo expuesto en el Artículo 1º, se considera lo siguiente; el presente proyecto puede ser regulado en lo referente a la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento por la LCPAF al ser un puente.

De la misma manera para el Artículo 2º, se considera un puente de carácter nacional al ser construido con fondos federales, así como para salvar obstáculos topográficos, de manera más precisa se consideró al Río San Antonio y su rivera un obstáculo topográfico como se muestra en las siguiente imágenes, secciones y perfiles topográficos obtenidos en la visita técnica de campo para la elaboración del presente estudio.

Fotografía I. 4. Vista de la zona del proyecto con el cruce del Río San Antonio (aguas arriba).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fotografía I. 5. Vista de la zona del proyecto con el cruce del Río San Antonio (aguas abajo).



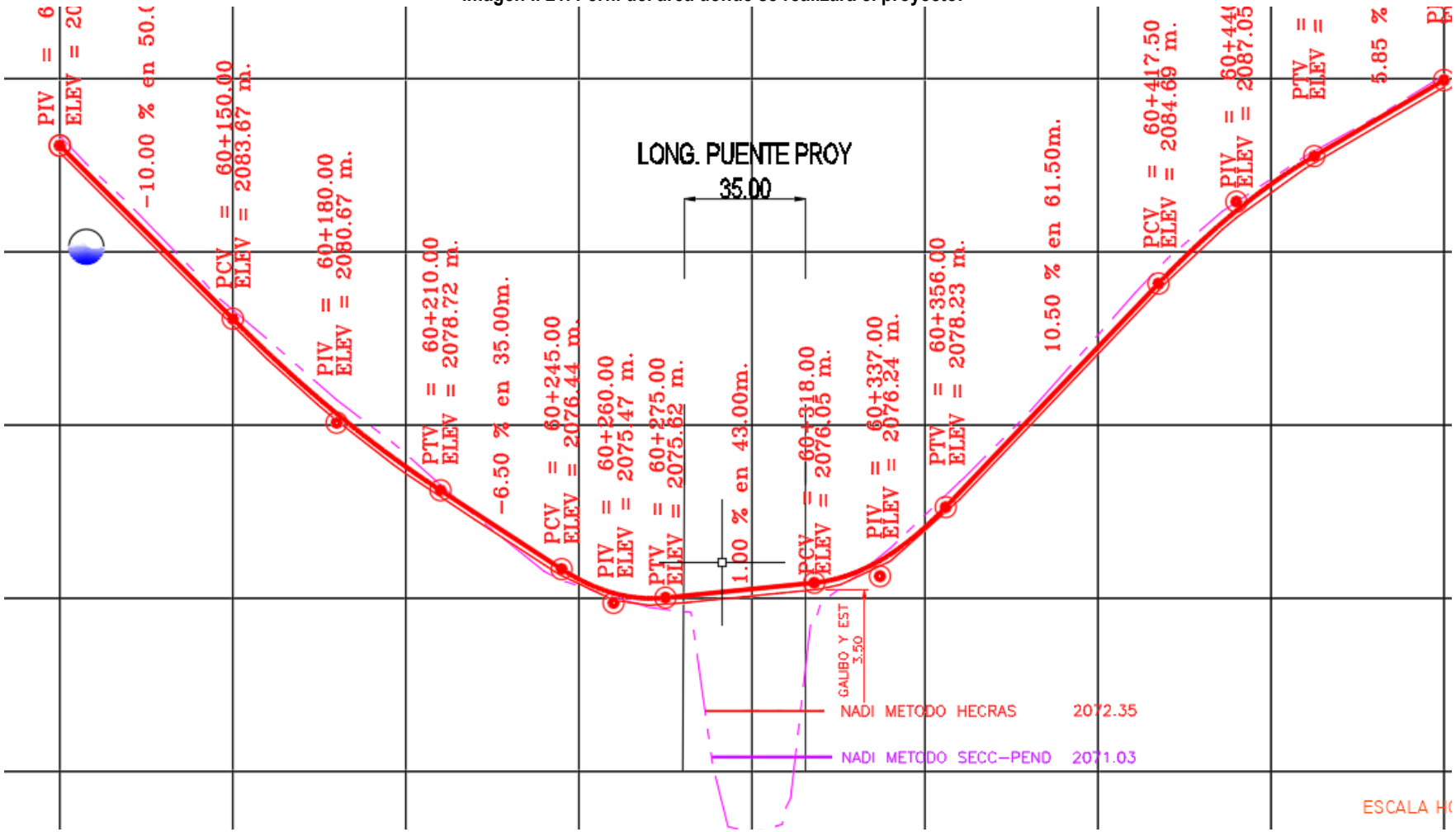
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fotografía I. 6. Vista aérea del cauce que se busca librar.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 21. Perfil del área donde se realizará el proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

A partir de este orden de ideas, donde la infraestructura a construir cumple con el concepto establecido para **PUENTE** de carácter federal, se confirma que también es una ***vía general de comunicación*** tal como se señala en el Artículo 2, fracción XVI y 3, que a la letra menciona:

Artículo 2o. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:
XVI. Vías generales de comunicación: Los caminos y puentes tal como se definen en el presente artículo.

Artículo 3o. Son parte de las **vías generales de comunicación** los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas […]".

De igual manera se consideraron los artículos 28, primer párrafo, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiental (**LGEEPA**); y 5, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (**RLGEEPAMEIA**) donde se señalan las obras y actividades que deben someterse al Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental (**PEIA**) que realiza esta Secretaría para obtener la autorización en la materia, los cuales a la letra dice:

LGEEPA.
"ARTÍCULO 28.- … quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

I. Obras hidráulicas, **vías generales de comunicación**, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; …".

RLGEEPAMEIA.
"Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:

Construcción de carreteras, **puentes**… vías férreas…, que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de: …".

Por lo que, la presente MIA-P en cumplimiento al presente apartado, se solicita la evaluación en materia de Impacto Ambiental.

Igualmente se revisaron, los artículos 9, 10, y 11, del **RLGEEPAMEIA**, donde se señalan las modalidades existentes y los casos en que deben presentarse una u otra, por lo que se procedió a vincular con los artículos siguientes:

Artículo 9o.- Los promoventes deberán **presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda**, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

I. Regional, o
II. Particular.

Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; …".

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular, como es el caso de este proyecto.

Finalmente, el presente proyecto cumple con la normativa para la infraestructura del transporte de la SICT en su norma N·PRY·CAR·6·01·001/01 para diseño de puentes, así como la N·PRY·CAR·6·01·002/21 que a la letra establecen:

E. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

E.4. ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Con base en el anteproyecto aprobado por la Secretaría o, en su defecto, en el tipo y las características que la misma establezca para la estructura por proyectar, y considerando toda la información a que se refiere la Cláusula D., revisada y analizada conforme a lo indicado en la Fracción E.1. de esta Norma, se elaborará el proyecto mediante la ejecución de la ingeniería de detalle necesaria para diseñar, geométrica y estructuralmente, todos los elementos de la estructura que integren su cimentación, subestructura y superestructura; así como las **obras secundarias que sean necesarias, tales como guarniciones, banquetas, parapetos, defensas, medianas, losas de aproximación, aleros y terraplenes de acceso en cuarenta (40) metros antes y después de la estructura**, **entre otras**; **en su caso, los sistema para la protección contra la corrosión que alargue la vida de la estructura, las obras de drenaje y subdrenaje que protejan las terracerías** y las obras inducidas que deba ejecutar el Contratista de Obras. En la elaboración del proyecto, además de lo indicado en el Inciso D.1.8. de la Norma N·LEG·2,

Ejecución de estudios, Proyectos y Consultorías, se tomará en cuenta lo siguiente: …

E.4.3 Obras secundarias

Se diseñarán todas las obras secundarias que se requieran, tales como banquetas, parapetos, losas de aproximación, aleros y terraplenes de acceso, entre otras, atendiendo cuando proceda, lo señalado en los incisos E.4.1 y E.4.2. de esta Norma. En su caso, en el diseño de los aleros además se considerará lo establecido en las Normas del Título PRY·CAR·11·01, Muros de contención.

H. Drenaje de la Calzada

El drenaje transversal de la calzada se hace mediante el bombeo de la sección transversal de la superficie de rodadura, y el longitudinal por una contra flecha o por la pendiente longitudinal de la rasante. No se permitirá que el agua que baje por las cunetas de los accesos escurra sobre la calzada del puente o estructura similar. Al efecto, al inicio de esta se construirá una obra que la intercepte y capte también la del drenaje transversal. En estructuras larga el drenaje se da por medio de drenes de coladeras del tamaño y número suficiente para drena el agua en forma apropiada…

Revisando lo expresado en las normas anteriores, un puente se puede requerir de accesos, que forman parte de las obras secundarias, así como guarniciones, banquetas, parapetos, defensas, medianas, losas de aproximación y aleros. Y se pueden construir obras de drenaje que ayuden a evitar la corrosión y protección de los accesos.

Fotografía I. 7. Vista aérea del cauce que se busca librar.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Es importante el señalar que no existirán obras complementarias, no se requerirá de accesos provisionales ya que se utilizará el camino existente, únicamente será necesaria la instalación un par de almacenes provisionales, ya que el trazo estará bien comunicado con las localidades, patios de maniobras y plantas de asfalto y la explotación de bancos de material pétreo.

El balance entre el costo ambiental negativo, y los beneficios ambientales y sociales del proyecto se pueden evidenciar si partimos de los efectos adversos en la estructura y función o del grado de conservación ambiental de la zona donde se pretende llevar a cabo la intervención y el objetivo de la intervención, incluyendo la evaluación de los impactos ambientales generados por el proyecto. Es evidente que buena proporción del paisaje se destina a las actividades productivas del municipio de San Antonino Monteverde. Por otro lado, en los beneficios sociales generados por el proyecto son considerables si partimos del supuesto que pretende garantizar el tránsito seguro a los usuarios y evitar así posibles accidentes, ya que actualmente los pobladores cruzan por un puente que no cumple con las condiciones un paso peatonal seguro y el tránsito de dos vehículos a la vez, como se aprecia en la siguiente fotografía con la construcción del proyecto se garantizará la conectividad y contar con infraestructura que garantice la salvaguarda de la población.

Fotografía I. 8. Estructura por la que actualmente se utiliza para cruce vehicular.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

I.5.7 Resumen de la inversión económica del proyecto y de las medidas de manejo ambiental

La inversión estimada para la construcción del Puente es de $13,944,849.97 pesos (Trece millones novecientos cuarenta y cuatro mil ochocientos cuarenta y nueve 97/100 M.N.), dicha inversión incluye hasta la etapa de señalamiento.

Tabla I. 8. Presupuesto para la ejecución del proyecto.

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
	TERRACERÍAS DEL KM 43+322.7				
N-CTR-CAR-1-01-003/11	**Excavación Material cuando el material se reutiliza o se desperdicia. Incluye: carga a unidades de transporte. P.U.O.T**				
	Material tipo A	m3	489.00	$95.00	$46,455.00
	Material tipo B	m3	326.00	$116.00	$37,816.00
N-CTR-CAR-1-01-008/00	**Préstamos**				
	Banco "CERVANTES"	m3	147.00	$213.00	$31,311.00
N-CTR-CAR-1-01-009/1	**Terraplenes Construcción de terraplenes producto de corte o banco compactados. P.U.O.T**				
	Compactación				
	Del terreno natural en el área de desplante de terraplén (90%)	m3	100.00	$116.00	$11,600.00
	Formación y Compactación.				
	De Terraplén con o sin cuña de afinamiento (90%)	m3	200.00	$118.00	$23,600.00
	De Terraplén con o sin cuña de afinamiento (100%)	m3	169.00	$131.00	$22,139.00
	Excavación, acamellonda, tendido y compactado (ExAcTeCo)	m3	834.00	$126.00	$105,084.00
N-CTR-CAR-1-01-013/00	**Acarreos P.U.O.T**				
	Material producto de los cortes				
	Estación de 20 m hasta 1 hm	m3 EST	381.00	$5.73	$2,183.13
	Material producto de desperdicio				
	Kilometro subsecuentes	m3 KM	1,686.00	$9.64	$16,253.04
	Material producto de los préstamos.				
	Kilometro subsecuentes	m3 KM	441.00	$8.64	$3,810.24
N·CTR·CAR·1·02·013/00	Demolición mampostería. Incluye: carga a unidades de transporte. P.U.O.T	m3	51.00	$119.00	$6,069.00
N·CTR·CAR·1·02·013/00	Demolición o desmantelamiento de losas vigas y parapeto. Incluye: carga a unidades de transporte. P.U.O.T	m3	58.32	$552.00	$32,192.64
N·CTR·CAR·1·02·013/00	Demolición de tubo de concreto. Incluye: carga a unidades de transporte. P.U.O.T	m	13.50	$59.00	$796.50
	SUMA TERRACERÍAS:				**$339,309.55**
	SUPERESTRUCTURA DEL KM 43+322.7				
	LOSA Y DIAFRAGMAS				
N-CTR-CAR-1-02-003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en losas y diafragmas, P.U.O.T.	m3	56.70	$2,997.50	$169,958.25
N-CTR-CAR-1-02-004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4,200 kg/cm² losas y diafragmas, P.U.O.T.	kg	7,047.00	$33.00	$232,551.00
N-CTR-CAR-1-04-006/20	Carpeta asfáltica	m3	12.60	$3,202.00	$40,345.20
N-CTR-CAR-1-02-004	Varillas C con rosca en sus extremos, de límite elástico L.E.≥ 4,200 Kg/cm2, P.U.O.T.	kg	251.00	$33.00	$8,283.00
N·CTR·CAR·1·02·005/01	Acero estructural A-36 (placas, tuercas y rondanas), P.U.O.T.	kg	86.04	$104.00	$8,948.16
E.P.01	Ductos de plástico de 3.00 de diámetro, P.U.O.T.	ml	3.20	$52.00	$166.40

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
E.P.02	Junta de dilatación matrix 502 o similar, incluye: suministros, cortes, desperdicios, mano de obra, equipo, herramientas, y todos los insumos y maniobras necesarias para su correcta ejecución, P.U.O.T.	ml	18.00	$1,981.41	$35,665.38
	TRABE POSTENSADAS AASHTO V				
N-CTR-CAR-1-02-003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 450 kg/cm² en losas y diafragmas, P.U.O.T.	m3	112.85	$4,235.00	$477,919.75
N-CTR-CAR-1-02-004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4,200 kg/cm² en trabes, P.U.O.T.	kg	8,813.00	$33.00	$290,829.00
E.P.03	Acero de presfuerzo, límite de ruptura ≥ 19,000 Kg/cm2, P.U.O.T.	kg	8,690.00	$49.50	$430,155.00
E.P.04	Cables tipo "Cascabel" galvanizado serie G-37 con alma de acero de 2.2 cm. de diámetro para izado de la trabe, P.U.O.T.	kg	259.20	$210.78	$54,634.18
	SUBESTRUCTURA KM 43+322.7				
N-CTR-CAR-1-01-007/11	Excavación para estructuras u obras de drenaje, cualquiera que sea su clasificación, con una profundidad mayor de 5.0 m, el material producto de la excavación se utiliza para el relleno de esta, P.U.O.T.	m3	1,703.00	$126.34	$215,157.02
N-CTR-CAR-1-01-011/11	Relleno para estructuras cualquiera que sea su clasificación, con una profundidad mayor de 5.0 m, el material producto de la excavación se utiliza para el relleno de esta, P.U.O.T.	m3	673.00	$596.35	$401,343.55
N-CTR-CAR-1-02-004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4,200 kg/cm² cabezal (incluye: muro diafragma, bancos, topes, aleros, ménsula, pantallas, columnas y zapatas), P.U.O.T.	kg	26,538.00	$33.00	$875,754.00
N-CTR-CAR-1-02-003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en zapata de alero, P.U.O.T.	m3	78.90	$3,238.00	$255,478.20
N-CTR-CAR-1-02-003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en muro de alero, P.U.O.T.	m3	113.20	$3,238.00	$366,541.60
N-CTR-CAR-1-02-003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en muro de estribo, P.U.O.T.	m3	92.42	$3,238.00	$299,255.96
N-CTR-CAR-1-02-003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en zapatas de estribos, P.U.O.T.	m3	67.08	$3,238.00	$217,205.04
N-CTR-CAR-1-02-003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en diafragma, pantalla, topes, bancos, P.U.O.T.	m3	17.74	$3,238.00	$57,442.12
N-CTR-CAR-1-02-003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en cargadero, P.U.O.T.	m3	6.58	$3,238.00	$21,306.04
E.P.05	Cartón asfaltado de 2 cm de espesor, P.U.O.T.	m	18.20	$1,555.60	$28,311.92
N-CTR-CAR-1-04-009/20	Plantilla de concreto de f´c= 100 kg/cm², P.U.O.T.	m3	15.00	$2,780.00	$41,700.00
N-CMT-2-08/22	Apoyos de neopreno ASTM 2240 dureza shore 60 para banco, 45 x 45 x 9.3 (apoyo fijo), P.U.O.T.	pza	5.00	$910.00	$4,550.00
N-CMT-2-08/22	Apoyos de neopreno ASTM 2240 dureza shore 60 para banco, 45 x 45 x 13.9 (apoyo móvil), P.U.O.T.	pza	5.00	$910.00	$4,550.00
N-CMT-2-08/22	Apoyos de neopreno ASTM 2240 dureza shore 60 para tope, 25 x 30 x 2.0, P.U.O.T.	pza	4.00	$910.00	$3,640.00
N-CMT-2-08/22	Apoyos de neopreno ASTM 2240 dureza shore 60, P.U.O.T.	dm3	74.40	$910.00	$67,704.00
N·CTR·CAR·1·02·005/01	Acero estructural ASTM-A-570, P.U.O.T.	kg	291.70	$104.00	$30,336.80
	PARAPETO Y GUARNICIÓN EN ESTRUCTURA				
N-CTR-CAR-1-02-003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en parapeto y guarnición, P.U.O.T.	m3	27.20	$3,238.00	$88,073.60

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
N-CTR-CAR-1-02-004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4,200 kg/cm² parapeto y guarnición, P.U.O.T.	kg	3,927.00	$33.00	$129,591.00
E.P.06	Tubo de acero galvanizado de 7.6 de diámetro cedula 40	kg	718.68	$2,650.00	$1,904,502.00
E.P.06	Tubo de acero galvanizado de 5.1 de diámetro cedula 40	kg	343.44	$2,200.00	$755,568.00
E.P.06	Tubo de acero galvanizado de 6.4 de diámetro cedula 40	kg	9.06	$2,400.00	$21,744.00
E.P.06	Tubo de acero galvanizado de 3.8 de diámetro cedula 40	kg	4.35	$1,813.00	$7,886.55
	Pilastras (32 pzas)				
N·CTR·CAR·1·02·005/01	Acero estructural A-36, P.U.O.T.	kg	627.30	$104.00	$65,239.20
	Pernos de 2.54 de diámetro con tuerca	pza	136.00	$118.00	$16,048.00
	LOSAS DE ACCESO				
N-CTR-CAR-1-02-003/04	Concreto hidráulico normal de f´c= 250 kg/cm² en parapeto y guarnición, P.U.O.T.	m3	27.26	$3,238.00	$88,267.88
N-CTR-CAR-1-02-004/02	Acero para concreto hidráulico con limite elástico igual o mayor de fy= 4,200 kg/cm² parapeto y guarnición, P.U.O.T.	kg	2,900.00	$33.00	$95,700.00
E.P.05	Cartón asfaltado de 3 cm de espesor, P.U.O.T.	kg	5.88	$1,609.00	$9,460.92
E.P.05	Cartón asfaltado de 2 cm de espesor, P.U.O.T.	kg	9.10	$1,291.00	$11,748.10
	OBRAS DE DRENAJE				
N-CTR-CAR-1-02-003/04	**Concreto hidráulico para obras de drenaje, P.U.O.T.**				
	De f´c = 100 kg/cm2	m3	2.88	$1,333.26	$3,839.79
	De f´c = 150 kg/cm²	m3	11.67	$1,632.80	$19,054.78
N-CTR-CAR-1-02-004/02	**Acero para concreto hidráulico para obras de drenaje**				
	Acero de refuerzo	kg	334.00	$33.00	$11,022.00
N·CMT·3·02/04	**Tubos de concreto reforzado**				
	Tubo de 1.2 m.	m	10.00	$3,700.00	$37,000.00
	Plantilla P/Tubo	m³	4.34	$2,780.00	$12,065.20
N-CTR-CAR-1-01-007/11	**Excavación para estructuras**				
	Excavación en cualquier tipo de material para obras de drenaje	m³	178.32	$124.00	$22,111.68
N-CTR-CAR-1-01-011/11	**Rellenos**				
	Relleno de obras de drenaje	m³	28.80	$80.00	$2,304.00
	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
N-CTR-CAR-1-03-003/00	Cunetas de concreto hidráulico, de f´c = 150 kg/cm2	m	400.00	$397.96	$159,184.00
E.P.07	Reubicación de postes de TELMEX	pza	1.00	$30,000.00	$30,000.00
	SUMA ESTRUCTURA:				**$8,130,142.26**
	PAVIMENTOS DEL KM 43+322.7				
N-CTR-CAR-1-04-002/11	Base hidráulica, con materiales pétreos procedentes de bancos que elija el contratista, incluyendo acarreos, compactada al 100% conforme lo indicado en el proyecto, P.U.O.T.	m3	581.00	$680.00	$395,080.00
N-CTR-CAR-1-04-004/15	Riego de impregnación de emulsión asfáltica ECL·65, sobre todo el ancho y taludes de la base hidráulica, a una proporción de 1.5 lts/m², incluye carga a unidades de transporte, P.U.O.T.	lts/m2	4,357.50	$24.00	$104,580.00

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
N·CTR·CAR·1·04·006/14·030	Arena para proteger el riego de impregnación, incluye carga a unidades de transporte, P.U.O.T.	m2	2,905.00	$17.50	$50,837.50
N·CTR·CAR·1·04·005/15	Riego asfáltico de liga de emulsión asfáltica ECR·60 a razón de 0.6lt/m², incluye carga a unidades de transporte, P.U.O.T.	lts/m2	1,743.00	$23.16	$40,367.88
N·CTR·CAR·1·04·006/14	Carpeta asfáltica con mezcla en caliente de granulometría densa con materiales triturados al 100% procedentes de bancos que elija el contratista, compactada al 95 %, según la prueba Marshal conforme lo indicado en el proyecto, con cemento asfáltico AC-20, incluye carga y acarreos a unidades de transporte, P.U.O.T.	m3	133.00	$3,202.00	$425,866.00
SUMA PAVIMENTOS:					**$1,016,731.38**
SEÑALAMIENTO DEL KM 43+322.7					
N·CTR·CAR·1·07·001/00	Marcas M-1.1 Raya separadora de sentidos de circulación continua sencilla, con pintura convencional color amarillo retrorreflejante de 10 cm de ancho, P.U.O.T (longitud efectiva).	m	400.00	$32.00	$12,800.00
N·CTR·CAR·1·07·001/00	Marcas M-3.1 Raya en la orilla derecha, continua, con pintura convencional color blanco retrorreflejante de 10 cm de ancho, P.U.O.T (longitud efectiva).	m	800.00	$43.00	$34,400.00
N·CTR·CAR·1·07·004/02	Botón BRM-A2 (vialeta) sección trapezoidal en ángulo de 45°, h 5 cm y base cuadrada con 100 cm² de contacto, color amarillo reflejante ambas caras, adherido con epóxico a pavimento asfáltico, incluye carga a unidades de transporte, P.U.O.T.	Pza	23.00	$72.00	$1,656.00
N·CTR·CAR·1·07·004/02	Botón BRM-B1 (vialeta) sección trapezoidal en ángulo de 45°, h 5 cm y base cuadrada con 100 cm² de contacto, color blanco reflejante ambas caras, adherido con epóxico a pavimento asfáltico, incluye carga a unidades de transporte, P.U.O.T.	Pza	33.00	$72.00	$2,376.00
N·CTR·CAR·1·07·005/00	**Señales verticales bajas, P.U.O.T.**				$0.00
	SP-10 Zona de Curvas 86X86	Pza	2.00	$2,150.00	$4,300.00
	SP-10 A Zona de Curvas 86X86	Pza	2.00	$2,150.00	$4,300.00
	SR-9 Velocidad 86zx86	Pza	2.00	$2,150.00	$4,300.00
	SR-34 Cinturón de seguridad	Pza	2.00	$2,150.00	$4,300.00
	SIG-8 Nombre de obras	pza	2.00	$2,820.90	$5,641.80
N-CTR-CAR-1-07-06/00	**Señales de protección de obra**				$0.00
	SIP-7 Previas 178x71	pza.	2.00	$2,820.90	$5,641.80
	SIP-9 Confirmativa 178x71	pza.	2.00	$2,820.90	$5,641.80
	SRP-9 Velocidad 86X86	pza.	6.00	$2,150.00	$12,900.00
	SPP-1 Proximidad 86x86	pza.	4.00	$2,150.00	$8,600.00
	SPP-21 Estrechamiento asimétrico 86x86	pza.	2.00	$2,150.00	$4,300.00
	SIP-8 Decisivas 178x71	pza.	2.00	$2,820.90	$5,641.80
	Trafitambos	pza.	25.00	$468.00	$11,700.00
	Tablero adicional 117x30	pza.	2.00	$780.00	$1,560.00

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
N·CTR·CAR·1·07·007/00	Indicadores de alineamiento OD-6, de concreto hidráulico simple de color blanco mate, con elemento retrorreflejante. Incluye carga a unidades de transporte, P.U.O.T.	pza.	49.00	$414.00	$20,286.00
N·CTR·CAR·1·07·009/00	Defensa metálica de dos crestas, para nivel de contención NC2, con traslapes en los apoyos, separadores modificados de acero y postes fuertes de acero @ 1.91m, cumpliendo con la N·CTR·CAR·1·07·009/00 en lo que no se oponga a la norma NOM-037-SCT2-2020, P.U.O.T.	m	458.00	$2,350.00	$1,076,300.00
E. P.	Tubos de acero galvanizado circulares de diámetro de 1.50 m para la construcción del paso de desvió para la construcción del puente en el **KM 43+322.7**, P.U.O.T.	m	42.00	$4,500.00	$189,000.00
N·CTR·CAR·1·03·002/20	Protección de Suelo - Cemento, P.U.O.T.	m3	483.00	$2,318.00	$1,119,594.00
SUMA SEÑALAMIENTO:					**$2,535,239.20**
SUMA					**$12,021,422.39**
IVA 16%					**$1,923,427.58**
TOTAL					**$13,944,849.97**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Recuperación de la inversión

Debido a que el puente es un proyecto de beneficio social no se considera la recuperación de la inversión, por lo tanto, no se presenta una memoria de cálculo respectiva ni un periodo de recuperación.

Costo de las medidas de mitigación

Al costo total de la obra civil, se estima un monto del 10% adicional para las obras referentes a las medidas de mitigación, prevención y compensación. La inversión de las medidas de mitigación es $1,394,485.00 (un millón trescientos noventa y cuatro mil cuatrocientos ochenta y cinco /100 M.N.).

Presupuesto de la obra por etapas

Tabla I. 9. Presupuesto de la obra por etapas.

Preparación del sitio	$241,979.14
Construcción	$10,604,483.45
Operación y mantenimiento	$1,174,959.80
Abandono	$0.00
Total, sin I.V.A.	$12,021,422.39
Total, con I.V.A.	$13,944,849.97
Costo de medidas de prevención, mitigación y/o compensación (10% del valor total del camino)	$1,394,485.00
Total, con medidas de mitigación	$15,339,334.97

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Para el caso de la etapa de abandono no se considera un presupuesto, esto debido a que el proyecto no se pretende abandonar, y se pretenden extender su vida útil con actividades de mantenimiento conservando el camino en buenas condiciones.

Fuentes de financiamiento

Tabla I. 10. Fuentes de financiamiento.

Federal:	100%	Estatal:	0%	Municipal:	0%	Otros:	0%	Total:	100%

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

I.5.8 Duración estimada del Proyecto

En la siguiente tabla se presenta el programa general de trabajo que incluye las actividades previas y las de construcción del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.** Las operaciones de mantenimiento y conservación del puente se llevarán a cabo a lo largo de su vida útil, de lo cual se encargará la dependencia que sea responsable de mantenimiento de este. Así mismo, por ser una vía de comunicación, no se tiene contemplado el abandono de la obra.

Tabla I. 11. Programa de actividades de la obra.

ACTIVIDAD	AÑO 1 MESES						AÑO 2 TRIMESTRE				AÑO 3 TRIMESTRE				AÑO 4 TRIMESTRE				AÑO 5 TRIMESTRE				AÑO 6 TRIMESTRE			
	2	4	6	8	10	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTOS																										
Licitación y Adjudicación de la obra	x	x																								
Trámites y permisos	x	x																								
Asignación de los recursos presupuestales.	x	x																								
ACTIVIDADES PREVIAS																										
Proyecto Ejecutivo		x																								
Estudios geotécnicos, levantamiento topográfico, estudio de bancos de materiales		x																								
Medidas de prevención			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de mitigación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de compensación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PREPARACIÓN DEL SITIO																										
Instalación de taller y bodega			x																							
Colocación de señalamientos de obra			x																							
Trazo y nivelación				x	x	x																				
Deshierbe, despalme de terreno y demolición estructura existente				x	x	x																				
Limpieza del terreno			x																							
CONSTRUCCIÓN																										
Excavación para estructuras							x	x	x	x	x	x														
Concreto hidráulico en plantilla para desplante de estribos y pilas.										x	x	x	x	x	x											
Concreto hidráulico en cuerpo de pilas, estribos y aleros.											x	x	x	x	x	x										
Concreto hidráulico: En coronas de estribos y pilas, así como en pantallas laterales, topes antisísmicos y bancos de apoyo de estribos y pilas.														x	x	x										
Concreto hidráulico: En diafragmas, en pre-losas de superestructura, en losas de superestructura																	x	x	x							
Concreto hidráulico: En banquetas de camellón central.																				x	x	x	x	x		
Concreto asfáltico en carpeta.																								x	x	
SEÑALAMIENTOS																										
Retiro de señalamiento preventivo de obra																				x	x	x	x	x		
Colocación de señalamientos definitivos.																									x	x
Limpieza de la obra																									x	x
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																										
Circulación de vehículos automotores: Al término de la obra y por toda la vida útil del proyecto																										
Inspección y Evaluación: Previo a cualquier acción de mantenimiento, se realizarán inspecciones visuales y técnicas siguiendo los criterios del Manual de Inspección de Puente SICT y el AASHTO Bridge Inspección Manual para determinar un mantenimiento rutinario o preventivo																										

ACTIVIDAD	AÑO 1 MESES						AÑO 2 TRIMESTRE				AÑO 3 TRIMESTRE				AÑO 4 TRIMESTRE				AÑO 5 TRIMESTRE				AÑO 6 TRIMESTRE			
	2	4	6	8	10	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Mantenimiento y conservación de los puentes: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto correspondiente a la secretaria de comunicaciones y transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																										
Mantenimiento a obras complementarias y señalización: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto, correspondiéndole a la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																										

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Por lo que el tiempo para desarrollar el proyecto será de seis años. Dentro de los estudios de campo y gabinete podemos encontrar los siguientes:

- Trabajos de campo:
  - Estudio de mecánica de suelo para obtener las características geotécnicas sobre el eje de trazo y poder desarrollar su geometría.
  - Se realizó el levantamiento topo hidráulico para saber las características actuales del río y poder obtener el eje del trazo.
  - Se realizó un recorrido geológico para reconocer los afloramientos en el área de estudio para ubicar los bancos de préstamo.
- Trabajos de gabinete:
  - Identificación de unidades ambientales.
  - Descripción de las características sociales, económicas y culturales de la localidad involucrada.

I.6. Características del proyecto

I.6.1 Insumos

Tabla I. 12. Materiales requeridos por etapas.

CONCEPTO	UNIDAD	EQUIPO REQUERIDO
Terraplenes		
Material producto de los cortes	m3	Tracto D-8
Agua	L	Camión pipa
Obra de drenaje		
Cemento	Ton.	Adquisición
Grava	m3	Adquisición
Arena	m3	Adquisición
Agua	L	Camión
Varilla	Kg	Adquisición
Pavimentos		
Base (grava/ arena de banco)	m³	Motoconformadora
Asfaltos (emulsiones asfálticas)	L	Pipas
Cemento asfáltico	Kg	Adquisición

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Combustible. Los combustibles por utilizar son los necesarios para la operación de vehículos de transporte de materiales y maquinaria, los cuales serán adquiridos periódicamente en la estación de servicio PEMEX localizada en cabecera municipal más cercana. Las cantidades de combustibles estimadas para la totalidad del proyecto se describen en la siguiente tabla:

Tabla I. 13. Requerimiento de combustibles.

Combustible	Cantidad (L)
Diésel	3, 250
Gasolina	2, 400

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Entre otros insumos diferentes a los planteados para la construcción se encuentran los siguientes:

Preparación del sitio.

- ✓ Agua Potable: Se abastecerán diariamente para consumo del personal aproximadamente 5 garrafones de 20 L, los cuales serán adquiridos de las tiendas comerciales locales.
- ✓ Agua Cruda: Solo en caso de requerirse para riego (mitigar polvos) se abastecerá mediante pipas.

Construcción.

- ✓ Campo Agua Potable: Se abastecerán diariamente para consumo del personal aproximadamente 5 garrafones de 20 L, los cuales serán adquiridos de las tiendas comerciales locales.
- ✓ Agua Cruda: Será adquirida mediante la contratación de pipas de la localidad y transportadas a los frentes de trabajo, su requerimiento es para riego de la base y súbase, que se realiza directamente con la pipa, sin ser necesaria su almacenamiento. Se mantendrá en la zona del proyecto para trabajos menores un tambo de 200 L. En la etapa de pavimentos se requiere agua cruda para el mezclado del concreto.
- ✓ Electricidad: En la etapa relativa a los trabajos de construcción del puente los requerimientos de energía eléctrica en el frente de trabajo del proyecto se abastecerán con planta de energía operada con gasolina.

- ✓ Combustible: Los combustibles a utilizar (gasolina y diésel, principalmente) son los necesarios para la operación de vehículos de transporte de materiales y maquinaria, los cuales serán adquiridos periódicamente en la estación de servicio PEMEX más cercana al sitio del proyecto.

Residuos no peligrosos

Los sitios destinados para la disposición de residuos generados durante cada una de las etapas del proyecto deberán instalarse en un área cerca del proyecto, estos sitios se recomiendan con la finalidad de evitar la dispersión de estos residuos en las áreas circundantes al predio. Se recomienda la separación de residuos como madera, plástico, papel, aluminio, cartón, metales, entre otros, de manera que puedan destinarse a empresas recicladoras. Los residuos que no puedan ser reciclados serán dispuestos en sitios autorizados por la autoridad Municipal que corresponda.

Utilización de explosivos.

No se considera uso de explosivos para la construcción del puente.

I.6.2 Generación de gases efecto invernadero.

Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero

En el contexto de este proyecto, se ha identificado la presencia de fuentes generadores de gases de efecto invernadero. Estas fuentes se definen como cualquier actividad humana, proceso o dispositivo que emita gases de efecto invernadero a la atmósfera, contribuyendo al cambio climático y al calentamiento global. Entre las actividades que se llevarán a cabo y que generarán GEI, se incluyen la quema de combustibles fósiles para la generación de energía, en el transporte de vehículos de motor, la producción de cemento y acero, la agricultura y la ganadería, entre otras. En este sentido se pudo identificar que a la largo de todo el proyecto existen fuentes generadoras de gases de efecto invernadero. A continuación, se enlistan las actividades en las cuales se generarán GEI.

Tabla I. 14. Fuentes de gases.

Actividad	Se emite GEI	Se puede estimar
Construcción de accesos	Si	Si
Estructura	Si	Si
Pavimentos	Si	Si
Operación y mantenimiento	Si	No se puede determinar con exactitud

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros.

Durante la operación de la carretera, la única actividad relevante será el tránsito vehicular. Se estima que el umbral máximo de circulación será de 3,600 unidades/día; con esta carga vehicular se prevé una carga de emisiones como se observa en la siguiente Tabla.

Tabla I. 15. Gases emitidos por el proyecto.

Contaminante	Kg/H
Hidrocarburos	15.71
CO	32.46
NOx	34.50
PM_{10}	15.77

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

I.6.3 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera

- Residuos sólidos. - A continuación, se indican los residuos que se presentarán en las etapas de construcción y operación, los cuales son muy similares para ambas etapas. Cabe mencionar que los residuos municipales tendrán una disposición, de acuerdo con lo establecido por la empresa constructora la cual tendrá la obligación de contar con el equipo para el manejo, almacenamiento temporal y retiro de los residuos que la obra origine, así como el de depositarla en algún confinamiento cercano a la zona. Entre los residuos generados se encuentran el suelo y residuos vegetales. El otro tipo de residuos que se van a generar serán el resultado de la estancia de los trabajadores en el área, los residuos serán papel, cartón, residuos orgánicos, latas y vidrio. Considerando el factor de generación de residuos de 0.150 kg/persona/día, los desechos domésticos totales que se generarán serán de aproximadamente 50 kg/persona en el lapso que durará la construcción del proyecto. En cuanto a los residuos sólidos industrializados y residuos peligrosos, cabe mencionar que se prevé la generación de residuos sólidos industrializados como bolsas de papel, empaques de cartón, vidrio y plásticos, entre otros; así como latas vacías. Los residuos industrializados se generarán en los patios de maquinaria y talleres y se dispondrán en su interior de manera temporal. Por otra parte, dentro de los residuos considerados como peligrosos de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y las NOM-SEMARNAT-052-2005, NOM- SEMARNAT-053-1993, tales como recipientes vacíos con algún contenido de pinturas, solventes, aceite o lubricantes, aceites usados y estopa impregnada de grasas, serán almacenados temporalmente de manera adecuada y después entregados a empresas especializadas para su tratamiento y/o disposición final. Dentro de los patios de maquinaria se estabilizarán o almacenarán aquellos residuos peligrosos que así lo requieran; posteriormente y de acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, así como la NOM-003-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994, se embalará y serán entregados a una empresa autorizada por SEMARNAT para la disposición final de estos materiales peligrosos. En cualquier caso, la generación de residuos peligrosos será mínima, se tiene una estimación entre 15 y 20 Kg/mes durante la etapa de construcción, principalmente. Adicionalmente estos materiales serán residuos de materiales de operación o de mantenimiento de maquinaria lo que implica una condición de bajo riesgo para el suelo y agua, por lo mismo con el cumplimiento de las reglamentaciones en vigor se generará un impacto mínimo al ambiente.
- Residuos líquidos. - La principal fuente de líquidos no peligrosos, es el agua de consumo humano, esta tiene tres componentes, la utilizada para beber que debe ser potable (3 L/día/persona), y las requeridas para la higiene, más la que se genera como producto de los desechos orgánicos. Dada la naturaleza del uso, las dos últimas necesidades utilizan fundamentalmente agua cruda. Respecto al agua de limpieza e higiene se anticipa que aun cuando su volumen puede ser importante (10 L/día-trabajador), esta puede ser expuesta a fosas de desecación para su manejo y control, respecto al agua de los desechos humanos, en los frentes de obra se instalarán sanitarios portátiles, la empresa que ofrezcan el servicio será la responsable de darle mantenimiento diario. Durante la operación, no habrá ninguna generación de aguas residuales. Por otra parte, se incluyen pendientes adecuadas para desalojar el agua de la superficie de rodamiento, así como las obras de drenaje para permitir el libre flujo del Río San Antonio. De esta forma el proyecto, no producirá ninguna descarga de aguas residuales, y favorecerá el libre Flujo del Río, ya que no será necesario el rodamiento sobre de este.
- Los residuos industriales líquidos, para evitar el derrame de combustible y aceite en los talleres, se prevé la construcción de un firme de cemento con concreto para proteger el suelo de derrames accidentales, en las reparaciones se recogerán los productos en charolas que serán vaciadas en tambos y entregados a empresas especializadas en el manejo y disposición final, de acuerdo con el

programa de manejo de residuos peligrosos a implementar la empresa constructora. En cuanto a las plantas de asfalto también se prevé colocarlas sobre firmes de cemento y concreto para evitar el asfalto se derrame sobre el suelo.

- Emisiones a la atmósfera. - Durante la construcción, se van a generar polvos durante casi todas las actividades, que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. También se habrá de generar de manera intermitente gases de combustión hacia la atmósfera por parte de los equipos, maquinaria, vehículos de carga, automotores, pero estas serán en una cantidad insignificante, en comparación con las que se generen durante la operación del proyecto.

El tránsito vehicular en el Proyecto implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- Densidad del flujo vehicular.
- Tipo de combustible (gasolina o diésel).
- Calidad del combustible (magna sin o diésel).
- Cilindrada y estado de desgaste de los motores.
- Aceite quemado, asociado a los desperfectos mecánicos.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro. Adicionalmente, la dispersión de los contaminantes, al igual que la emisión, dependerá de varios factores:

- Velocidad del viento.
- Condiciones de precipitación pluvial o presencia de neblina
- Temperatura ambiental.
- Humedad relativa.
- Forma y tamaño del espacio al cual son emitidos.
- Concentración inicial del contaminante.

Por lo anterior, se considera que no existen a lo largo del proyecto condiciones de confinamiento para las diferentes emisiones y las estaciones climatológicas cercanas indican al menos velocidades de vientos mayores a 5 m/s lo que asegura que las capas de mezclado y la distancia de dispersión se alcanzaran rápidamente en cualquier punto del trazo, por lo que el problema de calidad del aire no será importante.

En conclusión, se prevé que en las cercanías al área del proyecto las emisiones vehiculares contaminantes no alcanzarán una concentración importante en la atmósfera y que las condiciones atmosféricas prevalecientes son suficientes para dispersar las emisiones al medio, que cuenta con un fuerte valor de resiliencia para absorber este tipo de afectación ambiental.

I.6.4 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

El proyecto se desarrollará en el municipio de San Antonino Monteverde en el cual no existen rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas residuales, servicios de separación, tratamiento, reciclaje o confinamiento de residuos, sin embargo como se mencionó anteriormente la empresa que se encargue de la obra tendrá la obligación de contar con el equipo para el manejo, almacenamiento temporal y retiro de los residuos que la obra origine, así como el de depositarla en algún confinamiento cercano a la zona.

El proyecto de construcción del Puente generara residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, los cuales ya se mencionaron en el punto anterior, por lo que las personas encargadas de la obra y los trabajadores tendrán la obligación de manejar correctamente sus residuos, así como clasificarlos para disponerlos adecuadamente y con ello contribuir al cuidado del medio ambiente.

Los residuos sólidos no peligrosos deben ser entregados al servicio de limpia del Municipio de San Antonino Monteverde o de sus comunidades principalmente o alguno cercano al área del proyecto. Los residuos sólidos y líquidos peligrosos generados en la operación y mantenimiento de la maquinaria deben ser entregados mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a una empresa encargada de recolectar este tipo de residuos. Así mismo la empresa constructora del proyecto deberá tener también, la obligación de reciclar los materiales de tipo orgánico e inorgánico que sean necesarios. Para el manejo, retiro y confinamiento de los residuos considerados como peligrosos, la empresa asignada para la construcción de la obra tendrá la obligación de contratar una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT, para dicho fin. Bajo las mismas condiciones, se contratarán los servicios de una empresa dedicada a la renta y mantenimiento de letrinas móviles para los servicios sanitarios de los trabajadores; lo anterior, con el fin de prevenir y evitar la contaminación por aguas residuales al suelo o al cuerpo de la presa; en el sitio del proyecto o en sus inmediaciones.

I.6.5 Superficies generales del Proyecto

El proyecto corresponde a la construcción del **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.** La obra estará conformada por un puente de **35.0 m de longitud** que librará la corriente del **Río San Antonio**, así como por dos accesos de **40.0 m** de longitud cada uno, alcanzando una **longitud total del proyecto de 115.0 m**. La superestructura estará integrada por un claro de **35.0 m**, conformado por una losa de concreto reforzado de **4 cm de espesor**, colada en sitio, con un **ancho total de 9.0 m** y un **ancho de calzada de 7.0 m**, apoyada sobre **cinco trabes pretensadas tipo AASHTO V** y soportada en sus extremos mediante **apoyos de neopreno conforme a la norma ASTM D2240**. A continuación, se presentan las especificaciones generales del proyecto.

Tabla I. 16. Especificaciones del proyecto.

Especificaciones geométricas	Unidad
Cadenamientos:	
Inicio (km x+xxx)	42+265.29
Final (km x+xxx)	42+380.29
Longitud total	115.00 Metros
Longitud estructura	35.00 Metros
Ancho total de la estructura	9.00 Metros
Ancho de calzada	7.00 Metros
Espesor de la losa	20 cm
Espesor de la carpeta	4 cm
Tipo y número de trabes	AASHTO V, 5 trabes
Altura	Mínima=2119.86
	Máxima=2126.70
Número y longitud de accesos	2 de 40.00 metros
Número y ancho de claros	1 de 9.00 Metros de ancho y 35.00 metros de longitud
Gálibo	3.58 Metros
número y ancho de carriles	2 de 3.5 metros
Parapeto	Dos de 0.75 metros
Banqueta	Dos de 0.25 metros
Superficie de afectación*	536 m²
Superficie de desplante del proyecto (accesos, terraplenes y estructura) *	1,397 m²
Superficie de desplante más obras temporales y/o actividades provisionales*	2,258 m²
Superficie de Obras temporales y/o actividades provisionales*	861 m²
Diseño hidráulico de un puente considerando los parámetros hidráulicos	
Período de retorno	50 años

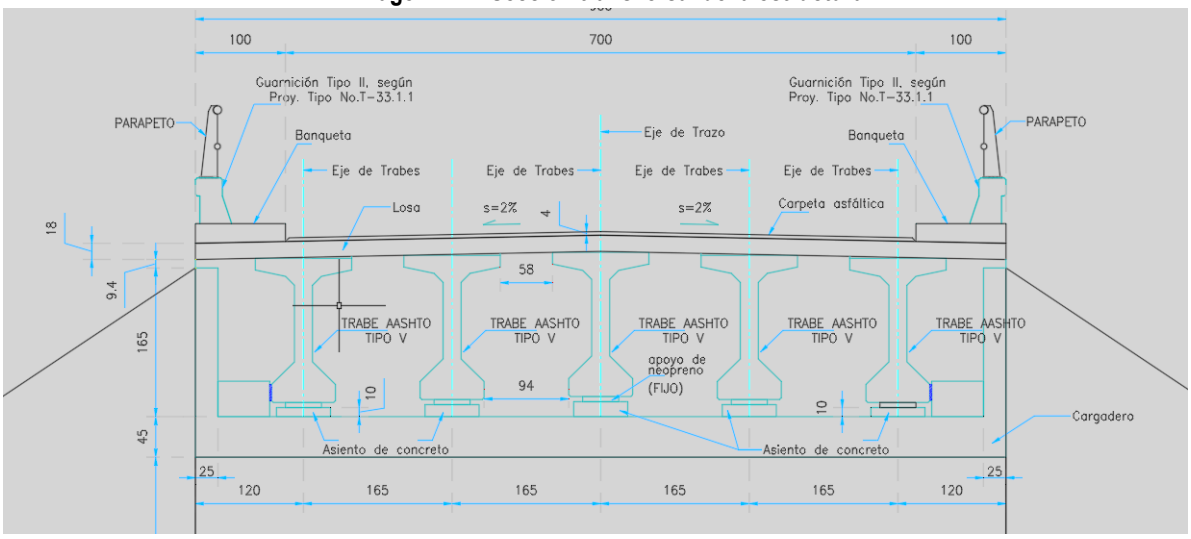
Especificaciones geométricas	Unidad
Gasto de diseño	204.84 m3/s
Nivel de aguas mínimas (Namin)	2112.58 Metros
Nivel de aguas máxima extraordinarias (NAME)	2115.80 Metros
Superficie de incidencia en zona federal*	296.98 m2

* La superficie reportada corresponde al área obtenida a partir del polígono georreferenciado del proyecto generado y verificado mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando los softwares ArcMap 10.8, AutoCAD MAP 3D 2024, QGIS 4.0 y Google Earth para el cálculo y validación de las superficies y coordenadas del proyecto. En consecuencia, la superficie reportada refleja la geometría real de la obra y puede diferir del resultado obtenido mediante la multiplicación del ancho nominal de calzada por la longitud total, debido a las variaciones geométricas propias del diseño, las transiciones en el trazo y las condiciones físicas existentes a lo largo del proyecto.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

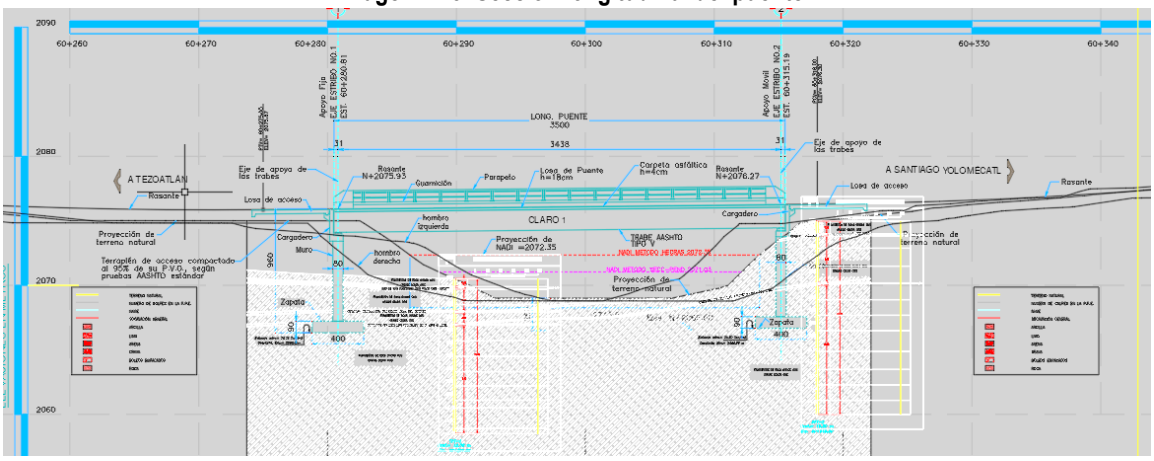
En los siguientes apartados se describen a detalle las superficies mencionadas en la tabla anterior

Imagen I. 22. Sección transversal de la estructura.



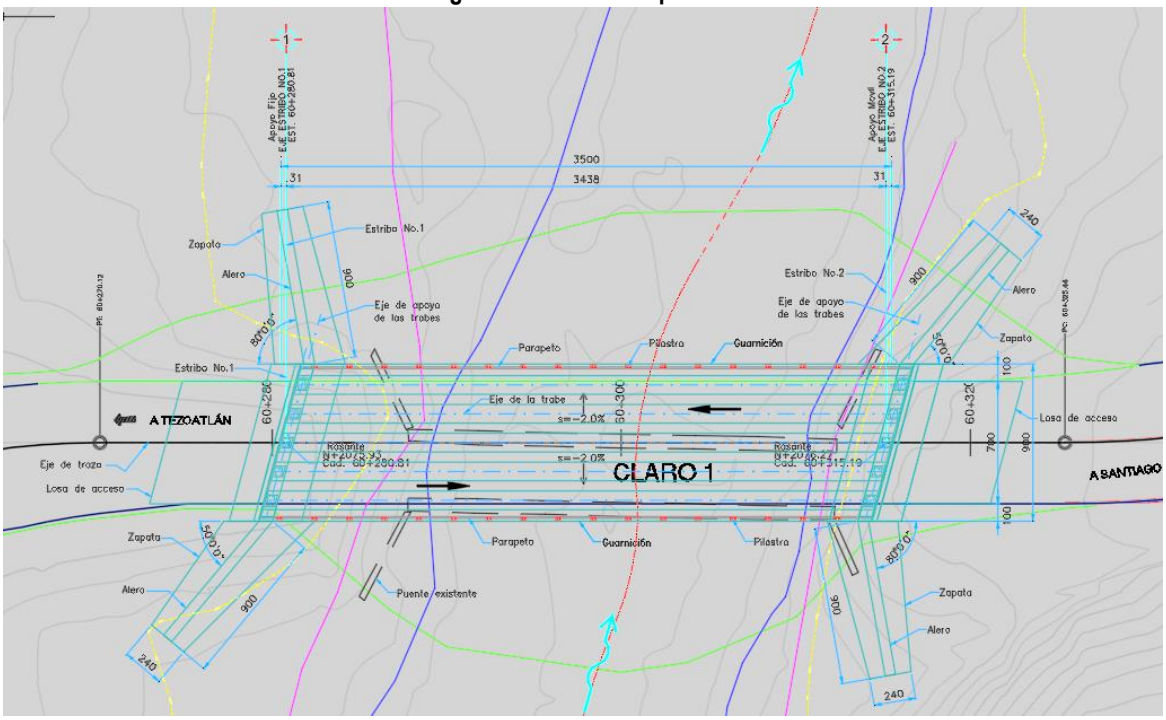
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 23. Sección longitudinal del puente.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

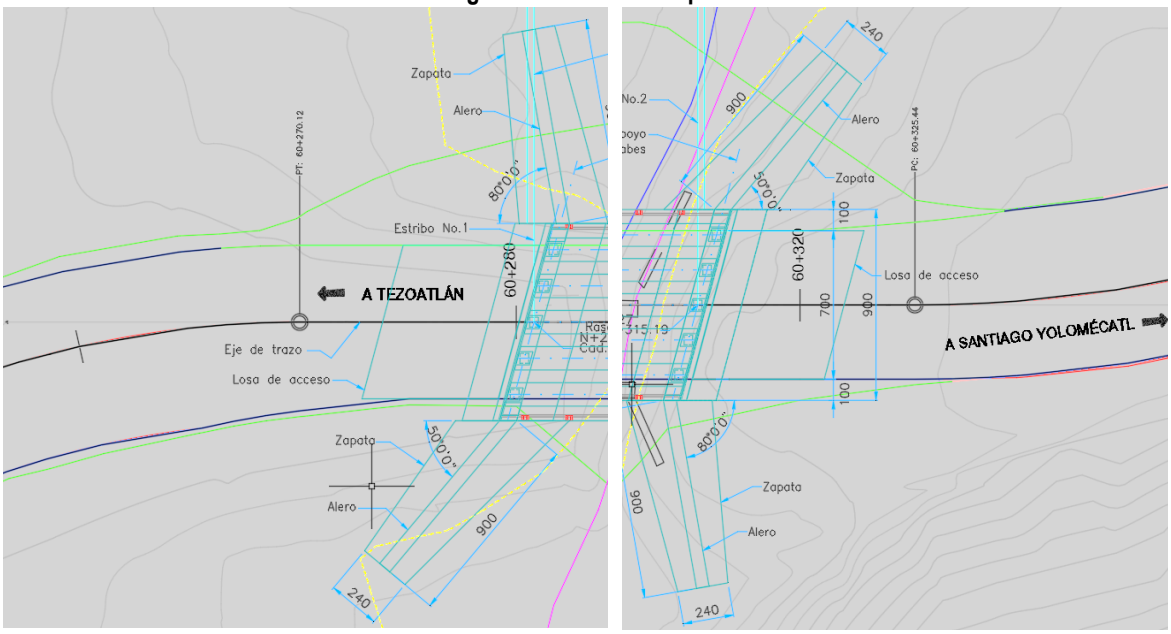
Imagen I. 24. Planta del puente.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se mencionó anteriormente, el proyecto considera también la construcción de dos accesos, mismos que se describen a continuación:

Imagen I. 25. Acceso del puente.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla I. 17. Características de los accesos.

Descripción	Acceso 1	Acceso 2
Derecho de Vía (m)	20 metros por lado	20 metros por lado
Longitud total del acceso (m)	40.00 metros	40.00 metros
Altura de terraplén (m)	Variable	Variable

Descripción	Acceso 1	Acceso 2
Ancho de corona (m)	7.00 metros	7.00 metros
Ancho de calzada (m)	7.00 metros	7.00 metros
Acotamiento (m)	NA	NA
Número y ancho de carriles	2 de 3.5 metros de ancho	2 de 3.5 metros de ancho
Superficie total de ocupación de los accesos que para el presente estudio en material de impacto ambienta se considera 40 metros de cada lado esto con la finalidad de cumplir con las normas de la SICT N·PRY·CAR·6·01·001/01 y N·PRY·CAR·6·01·002/21	280.82	280.01

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Superficie de desplante del proyecto

El puente se ubica sobre el cruce del Río San Antonio en el municipio de San Antonino Monteverde en el estado de Oaxaca. La Longitud total de la estructura del puente es de 35.00 metros, mientras que sus accesos suman 80.00 metros de longitud los que se incluyen los terraplenes para el adecuando acceso al puente, es decir una longitud total del proyecto de 115.00 metros. El total de la superficie requerida incluyendo terraplenes de acceso es de 1,354.26 m^2.

Superestructura

La superestructura del puente se integra por una losa de concreto reforzado y diafragmas construidos con concreto hidráulico de **f'c = 250 kg/cm²**, reforzados con acero de refuerzo con límite elástico **fy = 4,200 kg/cm²**, complementados con carpeta asfáltica, juntas de dilatación tipo Matrix 502, ductos de plástico de 3.2 pulgadas para instalaciones y varillas con rosca en sus extremos para el correcto anclaje de los elementos estructurales. Asimismo, incorpora elementos de acero estructural ASTM A-36 empleados en conexiones y accesorios de la estructura.

La estructura principal está conformada por **trabes pretensadas tipo AASHTO V**, fabricadas con concreto de alta resistencia **f'c = 450 kg/cm²**, acero de refuerzo con **fy = 4,200 kg/cm²** y acero de presfuerzo de baja relajación con resistencia de **19,000 kg/cm²**, complementadas con cables galvanizados tipo "Cascabel" utilizados para las maniobras de montaje e izado.

El sistema de apoyo de la superestructura se resuelve mediante **apoyos elastoméricos de neopreno** fabricados conforme a la norma **ASTM D2240**, con diferentes configuraciones para apoyos fijos, móviles y topes sísmicos, garantizando la adecuada transmisión de cargas, la absorción de deformaciones y el comportamiento estructural de la obra ante acciones dinámicas y variaciones térmicas.

Como elementos complementarios de seguridad, el puente contará con **parapetos y guarniciones** de concreto reforzado **f'c = 250 kg/cm²**, armados con acero de refuerzo **fy = 4,200 kg/cm²**, así como postes y barandales elaborados con tubería de acero galvanizado cédula 40 de diferentes diámetros, pilastras metálicas, acero estructural ASTM A-36 y pernos de anclaje, proporcionando protección a los usuarios y contribuyendo a la rigidez longitudinal de la estructura.

Subestructuras

La subestructura del puente está conformada por zapatas de cimentación, cuerpos de estribo, muros de alero, muros de estribo, diafragmas, pantallas, bancos de apoyo, topes sísmicos y cargaderos, todos construidos con **concreto hidráulico de f'c = 250 kg/cm²** y reforzados con acero de refuerzo con límite elástico **fy = 4,200 kg/cm²**, garantizando la resistencia estructural requerida para soportar las cargas transmitidas por la superestructura.

La cimentación contempla la ejecución de excavaciones para el desplante de los elementos estructurales, la colocación de plantilla de concreto simple de **f'c = 100 kg/cm²**, así como cartón asfaltado de 2 cm de espesor empleado como junta de separación entre elementos estructurales. En conjunto, estos componentes permiten una adecuada distribución de cargas hacia el terreno de cimentación, proporcionando estabilidad, durabilidad y un comportamiento estructural seguro frente a cargas permanentes, variables y acciones sísmicas consideradas en el diseño.

Losas de Accesos

Como parte de las obras complementarias del puente se construirán **losas de acceso** elaboradas con concreto hidráulico de **f'c = 250 kg/cm²**, reforzadas con acero de refuerzo con límite elástico **fy = 4,200 kg/cm²**, cuya función es proporcionar una transición uniforme entre la estructura del puente y el cuerpo del camino, minimizando asentamientos diferenciales y mejorando las condiciones de circulación vehicular.

La construcción de estas losas incluye el suministro, habilitado y colocación del acero de refuerzo, el colado del concreto hidráulico, así como la instalación de cartón asfaltado de **2 y 3 cm de espesor** como junta de transición entre los diferentes elementos estructurales. Los trabajos comprenden además el vibrado, curado, acabado superficial, mano de obra, equipo y todos los materiales necesarios para garantizar su correcta ejecución, de conformidad con el proyecto ejecutivo y las especificaciones técnicas aplicables.

Taludes

Los taludes de los terraplenes de los accesos, de acuerdo con las características del material a utilizar, serán de 1.5:1, lo cual asegurar su estabilidad, además de que propiciará el crecimiento de cobertura vegetal para su protección e integración al medio, los terraplenes de acceso tienen una superficie de ocupación de 472.69 m^2

A continuación, se presentan las coordenadas de los accesos del proyecto, así como de los terraplenes de acceso:

Tabla I. 18. Coordenadas de los accesos .

Acceso	Área	Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
			Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
Acceso 1	279.89 m2	1	635024	1938150.8	-097° 43' 40.73"	+17° 31' 32.11"
		2	635026	1938150.8	-097° 43' 40.67"	+17° 31' 32.11"
		3	635050	1938151.2	-097° 43' 39.86"	+17° 31' 32.11"
		4	635048	1938144.2	-097° 43' 39.92"	+17° 31' 31.89"
		5	635025	1938143.8	-097° 43' 40.68"	+17° 31' 31.88"
		6	635024	1938143.8	-097° 43' 40.74"	+17° 31' 31.88"
		7	635023	1938143.8	-097° 43' 40.77"	+17° 31' 31.88"
		8	635022	1938143.8	-097° 43' 40.8"	+17° 31' 31.88"
		9	635020	1938143.9	-097° 43' 40.86"	+17° 31' 31.88"
		10	635019	1938144	-097° 43' 40.92"	+17° 31' 31.89"
		11	635017	1938144.1	-097° 43' 40.97"	+17° 31' 31.89"
		12	635016	1938144.2	-097° 43' 41.0"	+17° 31' 31.89"
		13	635015	1938144.3	-097° 43' 41.04"	+17° 31' 31.9"
		14	635013	1938144.5	-097° 43' 41.09"	+17° 31' 31.9"
		15	635012	1938144.7	-097° 43' 41.15"	+17° 31' 31.91"
		16	635010	1938145	-097° 43' 41.21"	+17° 31' 31.92"
		17	635008	1938145.3	-097° 43' 41.26"	+17° 31' 31.93"
		18	635010	1938152.1	-097° 43' 41.22"	+17° 31' 32.15"
		19	635011	1938152	-097° 43' 41.18"	+17° 31' 32.15"
		20	635012	1938151.8	-097° 43' 41.15"	+17° 31' 32.14"
		21	635013	1938151.5	-097° 43' 41.09"	+17° 31' 32.13"

Acceso	Área	Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
			Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
		22	635015	1938151.3	-097° 43' 41.03"	+17° 31' 32.13"
		23	635017	1938151.1	-097° 43' 40.98"	+17° 31' 32.12"
		24	635018	1938151	-097° 43' 40.92"	+17° 31' 32.11"
		25	635019	1938150.9	-097° 43' 40.88"	+17° 31' 32.11"
		26	635020	1938150.9	-097° 43' 40.85"	+17° 31' 32.11"
		27	635022	1938150.8	-097° 43' 40.79"	+17° 31' 32.11"
		28	635023	1938150.8	-097° 43' 40.76"	+17° 31' 32.11"
		29	635024	1938150.8	-097° 43' 40.73"	+17° 31' 32.11"
Acceso 2	280.01 m2	1	635120	1938145.2	-097° 43' 37.46"	+17° 31' 31.9"
		2	635121	1938144.8	-097° 43' 37.44"	+17° 31' 31.89"
		3	635121	1938144.4	-097° 43' 37.43"	+17° 31' 31.88"
		4	635122	1938143.9	-097° 43' 37.4"	+17° 31' 31.86"
		5	635123	1938143.5	-097° 43' 37.39"	+17° 31' 31.85"
		6	635123	1938143.1	-097° 43' 37.37"	+17° 31' 31.83"
		7	635124	1938142.7	-097° 43' 37.36"	+17° 31' 31.82"
		8	635124	1938142.3	-097° 43' 37.34"	+17° 31' 31.81"
		9	635125	1938141.7	-097° 43' 37.32"	+17° 31' 31.79"
		10	635120	1938136.7	-097° 43' 37.49"	+17° 31' 31.63"
		11	635119	1938137.2	-097° 43' 37.51"	+17° 31' 31.64"
		12	635119	1938137.5	-097° 43' 37.52"	+17° 31' 31.65"
		13	635118	1938138.2	-097° 43' 37.54"	+17° 31' 31.68"
		14	635117	1938138.8	-097° 43' 37.57"	+17° 31' 31.7"
		15	635117	1938139.4	-097° 43' 37.59"	+17° 31' 31.72"
		16	635116	1938140	-097° 43' 37.62"	+17° 31' 31.73"
		17	635115	1938140.5	-097° 43' 37.65"	+17° 31' 31.75"
		18	635114	1938141	-097° 43' 37.68"	+17° 31' 31.77"
		19	635113	1938141.5	-097° 43' 37.7"	+17° 31' 31.78"
		20	635112	1938141.9	-097° 43' 37.73"	+17° 31' 31.8"
		21	635112	1938142.3	-097° 43' 37.75"	+17° 31' 31.81"
		22	635111	1938142.5	-097° 43' 37.77"	+17° 31' 31.82"
		23	635110	1938142.9	-097° 43' 37.8"	+17° 31' 31.83"
		24	635110	1938143.2	-097° 43' 37.83"	+17° 31' 31.84"
		25	635109	1938143.5	-097° 43' 37.86"	+17° 31' 31.85"
		26	635108	1938143.8	-097° 43' 37.89"	+17° 31' 31.86"
		27	635107	1938144.1	-097° 43' 37.92"	+17° 31' 31.87"
		28	635106	1938144.3	-097° 43' 37.96"	+17° 31' 31.88"
		29	635105	1938144.5	-097° 43' 37.98"	+17° 31' 31.88"
		30	635104	1938144.6	-097° 43' 38.0"	+17° 31' 31.89"
		31	635104	1938144.7	-097° 43' 38.03"	+17° 31' 31.89"
		32	635103	1938144.8	-097° 43' 38.05"	+17° 31' 31.9"
		33	635102	1938144.9	-097° 43' 38.08"	+17° 31' 31.9"
		34	635102	1938145	-097° 43' 38.1"	+17° 31' 31.9"
		35	635101	1938145	-097° 43' 38.13"	+17° 31' 31.9"
		36	635100	1938145	-097° 43' 38.15"	+17° 31' 31.9"
		37	635099	1938145	-097° 43' 38.18"	+17° 31' 31.9"
		38	635084	1938144.8	-097° 43' 38.71"	+17° 31' 31.9"
		39	635085	1938151.8	-097° 43' 38.64"	+17° 31' 32.13"
		40	635099	1938152	-097° 43' 38.18"	+17° 31' 32.13"
		41	635100	1938152	-097° 43' 38.16"	+17° 31' 32.13"
		42	635101	1938152	-097° 43' 38.12"	+17° 31' 32.13"
		43	635101	1938152	-097° 43' 38.1"	+17° 31' 32.13"
		44	635102	1938151.9	-097° 43' 38.07"	+17° 31' 32.13"
		45	635103	1938151.9	-097° 43' 38.05"	+17° 31' 32.12"
		46	635103	1938151.8	-097° 43' 38.03"	+17° 31' 32.12"

Acceso	Área	Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
			Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
		47	635104	1938151.7	-097° 43' 38.0"	+17° 31' 32.12"
		48	635105	1938151.6	-097° 43' 37.98"	+17° 31' 32.12"
		49	635106	1938151.5	-097° 43' 37.95"	+17° 31' 32.11"
		50	635106	1938151.3	-097° 43' 37.93"	+17° 31' 32.11"
		51	635107	1938151.2	-097° 43' 37.91"	+17° 31' 32.1"
		52	635108	1938151.1	-097° 43' 37.89"	+17° 31' 32.1"
		53	635108	1938150.9	-097° 43' 37.87"	+17° 31' 32.09"
		54	635109	1938150.7	-097° 43' 37.84"	+17° 31' 32.09"
		55	635110	1938150.5	-097° 43' 37.81"	+17° 31' 32.08"
		56	635111	1938150.3	-097° 43' 37.79"	+17° 31' 32.07"
		57	635111	1938150.1	-097° 43' 37.77"	+17° 31' 32.06"
		58	635112	1938149.9	-097° 43' 37.75"	+17° 31' 32.06"
		59	635113	1938149.6	-097° 43' 37.73"	+17° 31' 32.05"
		60	635113	1938149.3	-097° 43' 37.71"	+17° 31' 32.04"
		61	635114	1938149.1	-097° 43' 37.69"	+17° 31' 32.03"
		62	635114	1938148.8	-097° 43' 37.67"	+17° 31' 32.02"
		63	635115	1938148.6	-097° 43' 37.65"	+17° 31' 32.01"
		64	635116	1938148.2	-097° 43' 37.62"	+17° 31' 32.0"
		65	635116	1938147.8	-097° 43' 37.6"	+17° 31' 31.99"
		66	635117	1938147.5	-097° 43' 37.58"	+17° 31' 31.98"
		67	635117	1938147.2	-097° 43' 37.56"	+17° 31' 31.97"
		68	635118	1938146.9	-097° 43' 37.54"	+17° 31' 31.96"
		69	635119	1938146.4	-097° 43' 37.52"	+17° 31' 31.94"
		70	635119	1938146	-097° 43' 37.5"	+17° 31' 31.93"
		71	635120	1938145.5	-097° 43' 37.47"	+17° 31' 31.91"
		72	635120	1938145.2	-097° 43' 37.46"	+17° 31' 31.9"

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla I. 19. Coordenadas de los terraplenes de acceso .

Descripción	Área	Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
			Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
Terraplén 1	280.82 m2	1	635,022.95	1,938,143.78	-097° 43' 40.77"	+17° 31' 31.88"
		2	635,024.00	1,938,143.77	-097° 43' 40.73"	+17° 31' 31.88"
		3	635,025.68	1,938,143.78	-097° 43' 40.67"	+17° 31' 31.88"
		4	635,038.58	1,938,144.01	-097° 43' 40.24"	+17° 31' 31.88"
		5	635,039.32	1,938,144.03	-097° 43' 40.21"	+17° 31' 31.88"
		6	635,047.95	1,938,144.17	-097° 43' 39.92"	+17° 31' 31.89"
		7	635,047.70	1,938,143.17	-097° 43' 39.93"	+17° 31' 31.85"
		8	635,051.19	1,938,143.22	-097° 43' 39.81"	+17° 31' 31.85"
		9	635,043.82	1,938,135.63	-097° 43' 40.06"	+17° 31' 31.61"
		10	635,041.95	1,938,137.14	-097° 43' 40.12"	+17° 31' 31.66"
		11	635,042.92	1,938,138.58	-097° 43' 40.09"	+17° 31' 31.7"
		12	635,039.36	1,938,141.57	-097° 43' 40.21"	+17° 31' 31.8"
		13	635,032.76	1,938,142.15	-097° 43' 40.43"	+17° 31' 31.82"
		14	635,022.01	1,938,142.43	-097° 43' 40.8"	+17° 31' 31.83"
		15	635,015.29	1,938,142.51	-097° 43' 41.03"	+17° 31' 31.84"
		16	635,007.91	1,938,144.29	-097° 43' 41.28"	+17° 31' 31.9"
		17	635,008.28	1,938,145.27	-097° 43' 41.26"	+17° 31' 31.93"
		18	635,009.33	1,938,145.08	-097° 43' 41.23"	+17° 31' 31.92"
		19	635,010.16	1,938,144.94	-097° 43' 41.2"	+17° 31' 31.92"
		20	635,011.20	1,938,144.77	-097° 43' 41.16"	+17° 31' 31.91"
		21	635,012.03	1,938,144.65	-097° 43' 41.14"	+17° 31' 31.91"
		22	635,013.07	1,938,144.50	-097° 43' 41.1"	+17° 31' 31.9"

Descripción	Área	Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
			Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
		23	635,014.12	1,938,144.37	-097° 43' 41.06"	+17° 31' 31.9"
		24	635,014.96	1,938,144.27	-097° 43' 41.04"	+17° 31' 31.9"
		25	635,016.01	1,938,144.17	-097° 43' 41.0"	+17° 31' 31.89"
		26	635,016.84	1,938,144.09	-097° 43' 40.97"	+17° 31' 31.89"
		27	635,017.89	1,938,144.00	-097° 43' 40.94"	+17° 31' 31.89"
		28	635,018.95	1,938,143.93	-097° 43' 40.9"	+17° 31' 31.88"
		29	635,020.00	1,938,143.87	-097° 43' 40.87"	+17° 31' 31.88"
		30	635,021.05	1,938,143.83	-097° 43' 40.83"	+17° 31' 31.88"
		31	635,021.89	1,938,143.80	-097° 43' 40.8"	+17° 31' 31.88"
		32	635,022.95	1,938,143.78	-097° 43' 40.77"	+17° 31' 31.88"
		33	635,050.23	1,938,161.23	-097° 43' 39.84"	+17° 31' 32.44"
		34	635,052.81	1,938,152.25	-097° 43' 39.75"	+17° 31' 32.15"
		35	635,049.97	1,938,152.21	-097° 43' 39.85"	+17° 31' 32.15"
		36	635,049.72	1,938,151.20	-097° 43' 39.86"	+17° 31' 32.11"
		37	635,039.21	1,938,151.03	-097° 43' 40.21"	+17° 31' 32.11"
		38	635,038.38	1,938,151.00	-097° 43' 40.24"	+17° 31' 32.11"
		39	635,025.37	1,938,150.78	-097° 43' 40.68"	+17° 31' 32.11"
		40	635,023.83	1,938,150.77	-097° 43' 40.73"	+17° 31' 32.11"
		41	635,022.47	1,938,150.79	-097° 43' 40.78"	+17° 31' 32.11"
		42	635,020.73	1,938,150.85	-097° 43' 40.84"	+17° 31' 32.11"
		43	635,019.19	1,938,150.93	-097° 43' 40.89"	+17° 31' 32.11"
		44	635,017.45	1,938,151.06	-097° 43' 40.95"	+17° 31' 32.12"
		45	635,015.91	1,938,151.21	-097° 43' 41.0"	+17° 31' 32.12"
		46	635,014.37	1,938,151.39	-097° 43' 41.05"	+17° 31' 32.13"
		47	635,012.84	1,938,151.60	-097° 43' 41.11"	+17° 31' 32.14"
		48	635,011.31	1,938,151.84	-097° 43' 41.16"	+17° 31' 32.14"
		49	635,009.59	1,938,152.15	-097° 43' 41.22"	+17° 31' 32.15"
		50	635,009.76	1,938,153.87	-097° 43' 41.21"	+17° 31' 32.21"
		51	635,024.99	1,938,152.89	-097° 43' 40.69"	+17° 31' 32.17"
		52	635,035.85	1,938,154.34	-097° 43' 40.33"	+17° 31' 32.22"
		53	635,044.39	1,938,159.07	-097° 43' 40.03"	+17° 31' 32.37"
		54	635,047.88	1,938,160.78	-097° 43' 39.92"	+17° 31' 32.43"
		55	635,050.23	1,938,161.23	-097° 43' 39.84"	+17° 31' 32.44"
Terraplén 2	234.56 m2	1	635,108.62	1,938,143.54	-097° 43' 37.86"	+17° 31' 31.85"
		2	635,109.30	1,938,143.30	-097° 43' 37.84"	+17° 31' 31.84"
		3	635,109.76	1,938,143.13	-097° 43' 37.82"	+17° 31' 31.84"
		4	635,110.66	1,938,142.76	-097° 43' 37.79"	+17° 31' 31.83"
		5	635,111.32	1,938,142.47	-097° 43' 37.77"	+17° 31' 31.82"
		6	635,111.76	1,938,142.27	-097° 43' 37.75"	+17° 31' 31.81"
		7	635,112.62	1,938,141.84	-097° 43' 37.73"	+17° 31' 31.8"
		8	635,113.47	1,938,141.37	-097° 43' 37.7"	+17° 31' 31.78"
		9	635,113.90	1,938,141.13	-097° 43' 37.68"	+17° 31' 31.77"
		10	635,114.52	1,938,140.76	-097° 43' 37.66"	+17° 31' 31.76"
		11	635,115.33	1,938,140.23	-097° 43' 37.63"	+17° 31' 31.74"
		12	635,115.94	1,938,139.82	-097° 43' 37.61"	+17° 31' 31.73"
		13	635,116.33	1,938,139.53	-097° 43' 37.6"	+17° 31' 31.72"
		14	635,116.90	1,938,139.10	-097° 43' 37.58"	+17° 31' 31.71"
		15	635,117.29	1,938,138.80	-097° 43' 37.57"	+17° 31' 31.7"
		16	635,118.04	1,938,138.17	-097° 43' 37.54"	+17° 31' 31.68"
		17	635,118.76	1,938,137.53	-097° 43' 37.52"	+17° 31' 31.65"
		18	635,119.11	1,938,137.20	-097° 43' 37.51"	+17° 31' 31.64"
		19	635,119.60	1,938,136.73	-097° 43' 37.49"	+17° 31' 31.63"
		20	635,113.98	1,938,138.69	-097° 43' 37.68"	+17° 31' 31.69"
		21	635,104.85	1,938,143.30	-097° 43' 37.99"	+17° 31' 31.84"

Descripción	Área	Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
			Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
		22	635,098.76	1,938,143.05	-097° 43' 38.19"	+17° 31' 31.84"
		23	635,094.68	1,938,141.96	-097° 43' 38.33"	+17° 31' 31.8"
		24	635,085.11	1,938,139.17	-097° 43' 38.66"	+17° 31' 31.72"
		25	635,085.52	1,938,135.18	-097° 43' 38.65"	+17° 31' 31.58"
		26	635,083.16	1,938,134.72	-097° 43' 38.73"	+17° 31' 31.57"
		27	635,080.58	1,938,143.70	-097° 43' 38.81"	+17° 31' 31.86"
		28	635,083.42	1,938,143.75	-097° 43' 38.71"	+17° 31' 31.86"
		29	635,083.68	1,938,144.75	-097° 43' 38.71"	+17° 31' 31.9"
		30	635,094.63	1,938,144.93	-097° 43' 38.33"	+17° 31' 31.9"
		31	635,095.59	1,938,144.96	-097° 43' 38.3"	+17° 31' 31.9"
		32	635,099.08	1,938,145.02	-097° 43' 38.18"	+17° 31' 31.9"
		33	635,099.81	1,938,145.03	-097° 43' 38.16"	+17° 31' 31.9"
		34	635,100.29	1,938,145.02	-097° 43' 38.14"	+17° 31' 31.9"
		35	635,101.01	1,938,144.99	-097° 43' 38.12"	+17° 31' 31.9"
		36	635,101.51	1,938,144.96	-097° 43' 38.1"	+17° 31' 31.9"
		37	635,102.22	1,938,144.90	-097° 43' 38.08"	+17° 31' 31.9"
		38	635,102.71	1,938,144.85	-097° 43' 38.06"	+17° 31' 31.9"
		39	635,103.43	1,938,144.76	-097° 43' 38.04"	+17° 31' 31.89"
		40	635,104.15	1,938,144.65	-097° 43' 38.01"	+17° 31' 31.89"
		41	635,104.63	1,938,144.57	-097° 43' 38.0"	+17° 31' 31.89"
		42	635,105.58	1,938,144.38	-097° 43' 37.96"	+17° 31' 31.88"
		43	635,106.52	1,938,144.16	-097° 43' 37.93"	+17° 31' 31.87"
		44	635,107.00	1,938,144.03	-097° 43' 37.92"	+17° 31' 31.87"
		45	635,107.69	1,938,143.83	-097° 43' 37.89"	+17° 31' 31.86"
		46	635,108.62	1,938,143.54	-097° 43' 37.86"	+17° 31' 31.85"
		47	635,093.57	1,938,153.61	-097° 43' 38.37"	+17° 31' 32.18"
		48	635,094.49	1,938,153.55	-097° 43' 38.34"	+17° 31' 32.18"
		49	635,103.52	1,938,155.01	-097° 43' 38.03"	+17° 31' 32.23"
		50	635,113.98	1,938,151.47	-097° 43' 37.68"	+17° 31' 32.11"
		51	635,125.88	1,938,143.42	-097° 43' 37.28"	+17° 31' 31.84"
		52	635,124.53	1,938,141.69	-097° 43' 37.32"	+17° 31' 31.79"
		53	635,123.94	1,938,142.27	-097° 43' 37.34"	+17° 31' 31.81"
		54	635,123.50	1,938,142.68	-097° 43' 37.36"	+17° 31' 31.82"
		55	635,123.05	1,938,143.08	-097° 43' 37.37"	+17° 31' 31.83"
		56	635,122.60	1,938,143.48	-097° 43' 37.39"	+17° 31' 31.85"
		57	635,122.14	1,938,143.87	-097° 43' 37.4"	+17° 31' 31.86"
		58	635,121.67	1,938,144.26	-097° 43' 37.42"	+17° 31' 31.87"
		59	635,121.19	1,938,144.63	-097° 43' 37.43"	+17° 31' 31.88"
		60	635,120.71	1,938,145.00	-097° 43' 37.45"	+17° 31' 31.9"
		61	635,120.22	1,938,145.35	-097° 43' 37.47"	+17° 31' 31.91"
		62	635,119.73	1,938,145.70	-097° 43' 37.48"	+17° 31' 31.92"
		63	635,119.23	1,938,146.04	-097° 43' 37.5"	+17° 31' 31.93"
		64	635,118.73	1,938,146.38	-097° 43' 37.52"	+17° 31' 31.94"
		65	635,117.96	1,938,146.86	-097° 43' 37.54"	+17° 31' 31.96"
		66	635,117.44	1,938,147.17	-097° 43' 37.56"	+17° 31' 31.97"
		67	635,116.92	1,938,147.47	-097° 43' 37.58"	+17° 31' 31.98"
		68	635,116.39	1,938,147.76	-097° 43' 37.6"	+17° 31' 31.99"
		69	635,115.85	1,938,148.05	-097° 43' 37.61"	+17° 31' 32.0"
		70	635,115.31	1,938,148.32	-097° 43' 37.63"	+17° 31' 32.01"
		71	635,114.77	1,938,148.59	-097° 43' 37.65"	+17° 31' 32.01"
		72	635,114.22	1,938,148.84	-097° 43' 37.67"	+17° 31' 32.02"
		73	635,113.67	1,938,149.09	-097° 43' 37.69"	+17° 31' 32.03"
		74	635,113.11	1,938,149.32	-097° 43' 37.71"	+17° 31' 32.04"
		75	635,112.55	1,938,149.55	-097° 43' 37.73"	+17° 31' 32.05"

Descripción	Área	Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
			Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
		76	635,111.71	1,938,149.87	-097° 43' 37.75"	+17° 31' 32.06"
		77	635,111.14	1,938,150.08	-097° 43' 37.77"	+17° 31' 32.06"
		78	635,110.57	1,938,150.27	-097° 43' 37.79"	+17° 31' 32.07"
		79	635,109.99	1,938,150.45	-097° 43' 37.81"	+17° 31' 32.08"
		80	635,109.41	1,938,150.63	-097° 43' 37.83"	+17° 31' 32.08"
		81	635,108.83	1,938,150.79	-097° 43' 37.85"	+17° 31' 32.09"
		82	635,108.24	1,938,150.94	-097° 43' 37.87"	+17° 31' 32.09"
		83	635,107.66	1,938,151.09	-097° 43' 37.89"	+17° 31' 32.1"
		84	635,107.07	1,938,151.22	-097° 43' 37.91"	+17° 31' 32.1"
		85	635,106.18	1,938,151.40	-097° 43' 37.94"	+17° 31' 32.11"
		86	635,105.29	1,938,151.56	-097° 43' 37.97"	+17° 31' 32.11"
		87	635,104.69	1,938,151.65	-097° 43' 37.99"	+17° 31' 32.12"
		88	635,103.79	1,938,151.77	-097° 43' 38.02"	+17° 31' 32.12"
		89	635,102.89	1,938,151.87	-097° 43' 38.05"	+17° 31' 32.12"
		90	635,102.29	1,938,151.92	-097° 43' 38.07"	+17° 31' 32.13"
		91	635,101.38	1,938,151.98	-097° 43' 38.1"	+17° 31' 32.13"
		92	635,100.47	1,938,152.01	-097° 43' 38.13"	+17° 31' 32.13"
		93	635,099.87	1,938,152.03	-097° 43' 38.16"	+17° 31' 32.13"
		94	635,098.97	1,938,152.02	-097° 43' 38.19"	+17° 31' 32.13"
		95	635,095.43	1,938,151.96	-097° 43' 38.31"	+17° 31' 32.13"
		96	635,094.51	1,938,151.93	-097° 43' 38.34"	+17° 31' 32.13"
		97	635,085.44	1,938,151.78	-097° 43' 38.64"	+17° 31' 32.13"
		98	635,085.69	1,938,152.79	-097° 43' 38.64"	+17° 31' 32.16"
		99	635,082.20	1,938,152.73	-097° 43' 38.75"	+17° 31' 32.16"
		100	635,089.58	1,938,160.32	-097° 43' 38.5"	+17° 31' 32.4"
		101	635,091.44	1,938,158.81	-097° 43' 38.44"	+17° 31' 32.35"
		102	635,088.17	1,938,153.96	-097° 43' 38.55"	+17° 31' 32.2"
		103	635,093.57	1,938,153.61	-097° 43' 38.37"	+17° 31' 32.18"

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Para poder determinar la superficie de desplante del proyecto es importante recordar que tanto la estructura como los accesos van soportado por pilotes estos se clasifican como pilas y pilastras dependiendo su ubicación, que a su vez sostienen un estribo, lo anterior para evitar afectar los patrones hidrodinámicos de la región, así como la menor afectación posible en el sitio.

Tabla I. 20. Superficies de desplante del proyecto.

Descripción	Ocupación	Área (m^2)
Acceso 1 (incluye losa de acceso)	Camino existente y pastizal inducido	279.89
Terraplén de acceso 1	Camino existente y pastizal inducido	280.82
Superestructura	Sobre cauce del río Antonio	321.53
Acceso 2 (incluye losa de acceso)	Camino existente y pastizal inducido	280.01
Terraplén de acceso 2	Camino existente y pastizal inducido	234.56
Total		1,396.81

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El proyecto contempla la instalación de dos estribos en el extremo de la estructura, cada estribo consta de 5 trabes tipo AASHTO V cómo se observa en la Imagen I.22, esta superficie es de mucho menor tamaño a continuación se presentan las superficies de los estribos.

Tabla I. 21. Superficies de ocupación de los caballetes del proyecto.

Descripción	Número	Área (m²)
Estribos	2	37.27

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 26. Estribos del puente.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Superficie de afectación del proyecto.

Tabla I. 22. Superficies de afectación.

Descripción	Afectación	Área (m²)
Acceso 1 (incluye losa de acceso)	Pastizal inducido	30.29
Terraplén de acceso 1	Pastizal inducido	126.4
Acceso 2 (incluye losa de acceso)	Pastizal inducido	37.61
Terraplén de acceso 2	Pastizal inducido	167.74
Total		362.04

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 27. Superficies de afectación del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con base en las características técnicas del proyecto y en la caracterización ambiental realizada, se concluye que la sustitución del puente se desarrollará íntegramente dentro del derecho de vía existente, sobre una superficie correspondiente a **pastizal inducido**, sin requerir la ocupación de áreas adicionales ni la apertura de nuevos frentes de trabajo. En este sentido, el proyecto constituye la modernización de una obra de infraestructura previamente establecida y no implica la transformación permanente de terrenos forestales hacia un uso distinto.

Durante la etapa de preparación del sitio será necesaria la remoción puntual de 19 individuos arbóreos, 15 arbustivos y 91 herbáceas dentro del derecho de vía existente. Dicha intervención resulta indispensable para la ejecución de la nueva estructura y se limita exclusivamente al área requerida para la construcción del puente, sin representar una modificación significativa de la cobertura vegetal del entorno ni la incorporación de nuevas superficies al desarrollo del proyecto.

Asimismo, el proyecto se emplaza sobre un área previamente intervenida, donde predominan condiciones asociadas a la infraestructura vial existente y a una cobertura de **pastizal inducido**, por lo que las actividades constructivas se concentrarán dentro de una zona con alteración previa y sin afectar áreas adicionales con vegetación forestal.

En consecuencia, la ejecución del proyecto no contempla la apertura de nuevos caminos, la ampliación del derecho de vía ni la ocupación de superficies forestales adicionales. Durante todas las etapas del proyecto se implementarán las medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con el propósito de minimizar los impactos sobre la vegetación, proteger los demás componentes de la Región Ecológica y favorecer la recuperación de las áreas temporalmente intervenidas.

Los individuos por remover se presentan en el capítulo IV de esta MIA P (ver apartado de vegetación).

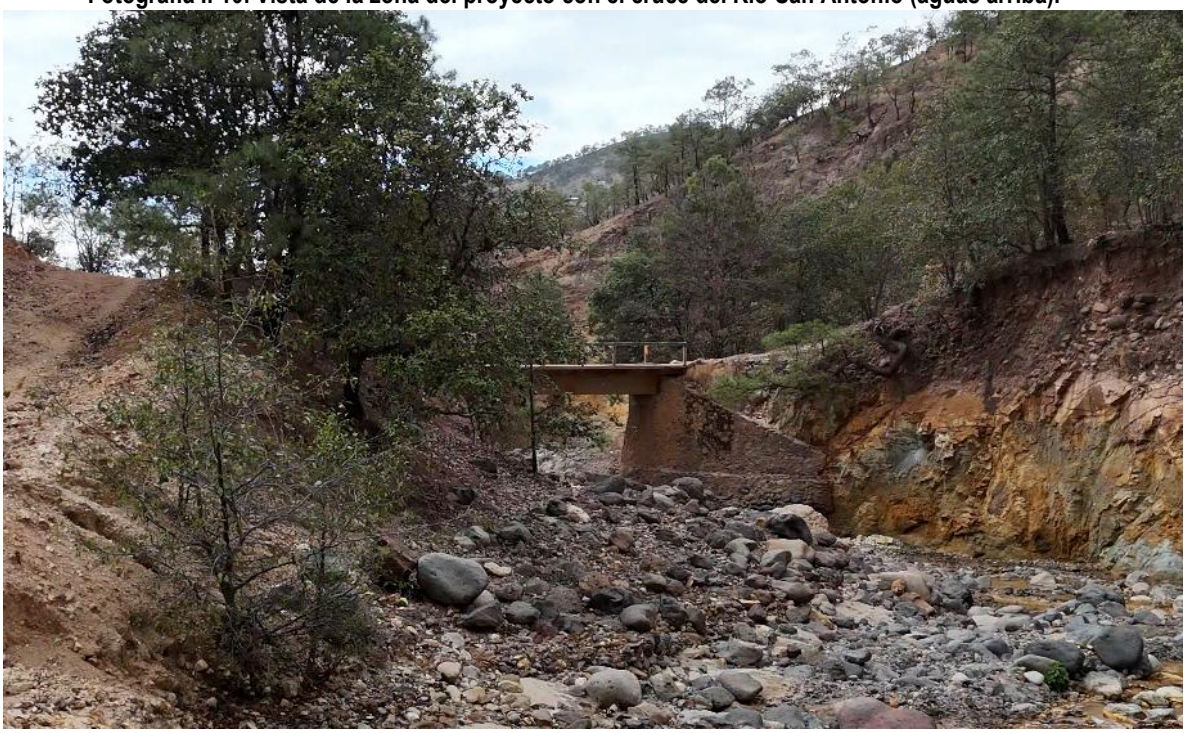
En las siguientes fotografías se muestra el sitio en donde se pretende la construcción del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**

Fotografía I. 9. Fotografía aérea donde se ejecutará el proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fotografía I. 10. Vista de la zona del proyecto con el cruce del Río San Antonio (aguas arriba).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fotografía I. 11. Vista de la zona del proyecto con el cruce del Río San Antonio (aguas abajo).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fotografía I. 12. Acceso 1 del puente.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fotografía I. 13. Acceso 2 del puente.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Superficie de Obras temporales y/o actividades provisionales

A continuación, se presentan las coordenadas de las áreas propuestas para las actividades provisionales comprendidas por; Patio de Maquinaria, Taller provisional y Almacen temporal.

Tabla I. 23. Coordenadas de las áreas propuestas para actividades provisionales .

Descripción	Área (m2)	Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
			Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
Patio de Maquinaria	700	1	646407.239	1934884.06	97° 37' 15.552" O	17° 29' 43.255" N
		2	646414.69	1934906.12	97° 37' 15.294" O	17° 29' 43.971" N
		3	646443.216	1934891.28	97° 37' 14.331" O	17° 29' 43.482" N
		4	646433.612	1934871.14	97° 37' 14.661" O	17° 29' 42.829" N
		5	646407.239	1934884.06	97° 37' 15.552" O	17° 29' 43.255" N
Talle provisional	150	1	646400.337	1934861.13	97° 37' 15.792" O	17° 29' 42.511" N
		2	646404.867	1934874.19	97° 37' 15.635" O	17° 29' 42.934" N
		3	646415.025	1934869.31	97° 37' 15.292" O	17° 29' 42.773" N
		4	646410.714	1934857.02	97° 37' 15.441" O	17° 29' 42.375" N
		5	646400.337	1934861.13	97° 37' 15.792" O	17° 29' 42.511" N
Almacen temporal	11	1	646405.512	1934876.3	97° 37' 15.612" O	17° 29' 43.003" N
		2	646406.679	1934879.79	97° 37' 15.572" O	17° 29' 43.116" N
		3	646409.816	1934878.34	97° 37' 15.466" O	17° 29' 43.068" N
		4	646408.736	1934875.4	97° 37' 15.503" O	17° 29' 42.973" N
		5	646405.512	1934876.3	97° 37' 15.612" O	17° 29' 43.003" N

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 28. Ubicación de las áreas de actividades provisionales propuestas en perspectiva al proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

I.6.6 Superficie de incidencia en Zona federal (temporal y/o permanente)

La Ley de Aguas Nacionales define la Zona Federal como:

Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;

Como se muestra en la imagen siguiente, conforme a la red hidrográfica del INEGI, 1:50 000, y conforme a lo descrito en el presente documento, proyecto libra al Río San Antonio, para dicho cuerpo de agua la zona federal se calcula de 10 metros a cada margen, como se aprecia continuación.

Tabla I. 24. Superficies de ocupación en la zona federal.

Zona federal	Área (m2)
Margen este	190.00
Margen oeste	202.76
Total	392.76

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen I. 29. Superficies de ocupación en la zona federal.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

I.6.7 Informe topo hidráulico - hidrológico

Aspectos generales

La corriente del arroyo San Antonio nace aproximadamente a 10.14 km del sitio de cruce y desemboca 3.44 km aguas abajo en el Río el Mixteco, donde no provoca influencia hidráulica en el cruce. El área de la cuenca drenada hasta el cruce es de 33.40 km² y pertenece a la Región Hidrológica No 18 "Balsas" según clasificación de la CONAGUA. En la zona de cruce, la vegetación se puede clasificar como pastizales, matorrales y terrenos de cultivo, y la topografía es de tipo lomerío suave.

El cauce del río en la zona de cruce es:

sinuoso	x	estable	x	encajonado	x
sensiblemente recto	x	divagante		con llanuras de inundación	

Comentario. En la zona de cruce se observa que el rio corre en una topografía encajonada ya que este atraviesa por cerros. La corriente observada en campo fue estable, sin embargo, se pudo apreciar que cuando hay una precipitación, el nivel sube, pero no representa un peligro.

El escurrimiento es de carácter:

torrencial		Perenne	x	estacional	

- Tipo y longitud máxima de los cuerpos flotantes; se puede observar troncos de hasta 20 cm
- El período de lluvias en la región comprende los meses de junio a septiembre.
- La precipitación media anual es de 45.51 mm; el clima predominante en la región se clasifica como semiárido.
- Elevación y descripción del banco de nivel B. N. P0-1 Elev. Prom. 2078.123 m, ubicado a la izquierda del eje del rio, sobre varilla en mojonera de concreto marcado con pintura roja.
- Información adicional La sección tipo de la carretera en estudio estará formada por un cuerpo actual de 3.10 m de ancho de corona y será ampliado de 7.0 m de ancho de corona.
- Geología superficial: constituido por arenas y boleos mayores de 40 cm.
- En la margen izquierda está constituido por suelos arenosos y boleos de varios tamaños.
- En la margen derecha está constituido por suelos arenosos y boleos de varios tamaños.

El eje del trazo respecto a la corriente cruza en dirección:

Normal	x	Enviajado		Ángulo de esviajamiento	

a) El paso actual de vehículos en la zona se efectúa por la carretera actual.
b) Si existen puentes cercanos al cruce sobre la misma corriente, proporcionar de cada uno los datos siguientes:
c) Ubicación km 9+600
d) Número y longitud de los claros: 1 claro con una longitud de 24.60 m.
e) Altura media hasta la parte inferior de la superestructura: 4.84 m.
f) ¿Ha funcionado el puente a su máxima capacidad? NO
g) Área hidráulica del puente hasta el NADI 82.10 M2
h) Área total bajo el puente 82.10 M2
i) Antigüedad de la obra: 41 años
j) Otros datos útiles a juicio del observador

Análisis hidrológicos

Información utilizada:

1) Isoyetas de intensidad - duración – periodo de retorno de la República Mexicana publicado por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, edición en archivos electrónicos en formato

2) Datos Vectoriales y Cartas topográficas escala 1:50000.
   - Heroica Villa Tezoatlán de Segura y Luna E14D24
   - Villa de Tamazulapam del Progreso E14D25
   - Heroica ciudad de Tlaxiaco E14D24
   - Santiago TolomécatlE14D25
3) Estaciones climatológicas pertenecientes a CONAGUA en archivo con formato (*.kmz) Estación 20028 "Sta María"
4) Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL), perteneciente al INEGI
5) Software Google Earth
6) Software QGis
7) Software Hec-Ras V. 6.2

Método aplicado Métodos semiempíricos: Racional, Chow e Hidrograma Triangular.

Información utilizada para la obtención intensidades de lluvia: Isoyetas de I-d-Tr del estado de Guerrero, elaboradas por la SICT a través de la Dirección General de Servicios Técnicos.

Selección de números y coeficientes de escurrimiento: Obtenidos de las tablas 10 y 12, los cuales se pueden observar en el Anexo 5 y Anexo 6.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla I. 25. Resultados obtenidos.

Tr (años) / Método	Ven Te Chow (m^3/s)	HUT (m^3/s)	Método Racional (m^3/s)
50	204.84	109.49	271.42
100	269.41	146.77	358.86
500	439.32	243.65	418.17
1000	520.42	290.69	464.97

OBSERVACIONES:
De los tres métodos utilizados se considera que el Método de V. T Chow proporciona los datos más confiables para la estimación del gasto teórico de diseño.

Se tomará el gasto asociado a un periodo de retorno de 50 años puesto que en la norma N-PRY-CAR-1-06-004/18 en el inciso D. Periodos de Retorno; en el apartado D.2. Periodos de Retorno para el Gasto Teórico de Diseño; en el punto D.2.1. El puente tiene una longitud a 35 metros y será en una carretera tipo "D".

Se consideró el gasto obtenido por el método de Ven Te Chow para hacer el cálculo del NADI, aunque el método racional a un periodo de retorno 50 años salió superior al de Chow, pero se toma que no es confiable debido a que este se utiliza para cuencas rurales hasta 13 km2 y el método Ven Te Chow es para cuencas de 25 km2 y es considerado el más confiable asentado en la norma N-PRY-CAR-1-06-004/18.

Análisis Hidráulico

Se determinó un gasto de diseño (QDI) de 204.84 m3/s, asociado a un período de retorno de 50 años.
Métodos aplicados:

Método Sección Pendiente

Secciones levantadas Aguas arriba a 200 m, por el centro y 200 m aguas abajo, a partir del cruce con el eje del camino.

Nivel de aguas de diseño (NADI) Método Sección - Pendiente 2071.03m. Para el Nivel de Aguas Máximas Observadas en Campo (NAMOC) de elevación 2070.68 m, asociado a una velocidad estimada de4.603 m/s_ en el cruce.

Fecha de la creciente máxima de que se tenga noticia en el mes de octubre de 1997.

Modelación hidráulica con el software HEC-RAS, que fue desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del US Army Corps of Engineers.

Secciones levantadas: 42 secciones hidráulicas para Hec-Ras.

Nivel de aguas de diseño (NADI) Método Hec-Ras 2072.35 m. para el Nivel de Aguas Máximas Observadas en Campo (NAMOC) de elevación 2070.68 m, asociado a una velocidad estimada de 2.59 m/sen el cruce.

OBSERVACIONES: (fuente de información, confiabilidad, etc.)

Existe confianza en los resultados obtenidos con esta metodología ya que datos los topográficos se obtuvieron con una estación total de alta precisión.

Conclusiones y recomendaciones

Después de realizados los estudios hidráulico e hidrológico, se concluye que el gasto que deberá tomarse como de diseño es el obtenido por medio del estudio hidrológico por método del V. T. Chow el cual dio como gasto de diseño (QDI) 204.84 m3/s asociado a un periodo de retorno de 50 años, por ser el más confiable.

Dicho gasto se transitó por la sección hidráulica del sitio de cruce (método de Sección y Pendiente), obteniéndose un NADI de elevación 2071.03 m, asociado a una velocidad de 4.603 m/s.

Por el programa Hec-Ras, se transitó el gasto de diseño por la sección hidráulica de cruce, en la condición sin puente y se obtuvo un NADI de elevación 2072.35 m, asociado a una velocidad de 2.59 m/s. En la condición con puente y se obtuvo un NADI de elevación 2072.41 m, asociado a una velocidad de 2.50 m/s.

El gasto de diseño podrá drenarse con un puente de 35 m_ de longitud, ubicado del km 6+280.50 al km 60+315.50; se tomará el diseño de Hec-Ras, cuya velocidad máxima bajo la obra será 2.59 m/s con una elevación de 2072.35 m
Se recomienda un espacio libre vertical entre el NADI y el lecho de la parte inferior de la superestructura de 1.5 m.

OBSERVACIONES:
Nota 1. El nivel de aguas de diseño (NADI) corresponde al gasto obtenido con el método V. T. Chow (el cual se estima ser el más confiable para este caso) a un periodo de retorno de 50 años, haciendo transitar este gasto por la sección hidráulica del cruce.

Determinación de las características fisiográficas

Para determinar las características fisiográficas de la cuenca se siguieron los procedimientos que a continuación se indican:

Área de la cuenca

El área de la cuenca se determinó con ayuda de dos cartas topográficas escala 1:50,000 de la región en estudio, como sigue:

- Se trazó en la carta topográfica el eje de la carretera de la zona en estudio.
- Se identificaron y se remarcaron en la carta topográfica todos los cauces, las zonas bajas, las canalizaciones y los almacenamientos de agua existentes, que tuvieron influencia en la zona de cruce.
- Se trazó el parteaguas que delimitó la cuenca, por los puntos de mayor elevación topográfica, de forma que abarcó todos los cauces y canalizaciones que influyeron en el cruce en estudio.
- La carta topográfica se digitalizó y geoposición en coordenadas UTM en un archivo del programa AutoCAD. Con las herramientas propias de programa se determinó el área de la cuenca (A), que correspondió a la superficie delimitada por el parteaguas y por el eje de la carretera, expresada en kilómetros cuadrados.

En la figura N°. 1 se presentan las regiones hidrológicas de la CONAGUA y en él anexo N°. 1 se puede observar la cuenca hidrológica del sitio en estudio, respectivamente.

Pendiente Media y Longitud del cauce principal

En la carta topográfica se seleccionó el cauce más largo dentro de la cuenca, desde su inicio hasta su cruce en la zona de estudio, el cual se consideró como el cauce principal; se determinó su longitud y pendiente media como sigue:

- La longitud del cauce principal (L), expresada en kilómetros, se determinó con herramientas propias del programa AutoCAD.
- Se dedujo y dibujó el perfil del eje del cauce principal, desde su origen hasta su cruce, con el propósito de observar, las variaciones de las pendientes a lo largo del cauce. Para ello se dividió la longitud del cauce principal en tramos de longitudes (Lj) expresadas en metros y se obtuvieron las elevaciones correspondientes en los extremos de cada tramo, para posteriormente calcular sus pendientes (Scj), expresadas adimensionalmente con aproximación al diezmilésimo.
- La pendiente media del cauce principal (Sc), desde su origen hasta su cruce, se calculó mediante la expresión de Taylor-Schwarz, como sigue:

$$Sc = \left[\frac{L}{\sum_{j=1}^{N} \frac{L_j}{\sqrt{Sc_j}}} \right]$$

Dónde:
Sc = Pendiente media del cauce principal, adimensional con aproximación al diezmilésimo
Scj = Pendiente del tramo j, adimensional con aproximación al diezmilésimo
L = Longitud del cauce principal, desde su origen hasta su cruce con el eje de la obra, (m)
Lj = Longitud del tramo j, (m)
N = Número de tramos

Coeficiente de escurrimiento de la cuenca

De acuerdo con la información proporcionada por los sondeos del estudio geotécnico, y la información contenida en las cartas topográficas, geológicas, edafológicas y de uso del suelo, y con base en los datos recabados durante el reconocimiento de campo se determinó el coeficiente de escurrimiento de la cuenca, definido por las condiciones de su superficie, de la siguiente manera:

- Mediante el análisis de la carta geológica, edafológica y de uso del suelo, se identificó y dibujó en la carta topográfica, las zonas que representaron las distintas condiciones de la superficie de la cuenca, cuidando que cada una tuviera características uniformes de topografía, geología, tipo y uso del suelo, estado de humedad del suelo, así como tipo y densidad de la vegetación, ya que dichas características representan condiciones particulares de infiltración y escurrimiento. Cada una de las zonas se identificó mediante números progresivos.
- Con ayuda de herramientas propias del programa AutoCAD se determinaron las áreas (Ai) de las zonas identificadas, expresadas en kilómetros cuadrados, revisando que su suma correspondiera al área total de la cuenca (A). Para cada zona se determinó su coeficiente de escurrimiento (Ci), conforme a las condiciones de su superficie, utilizando la Tabla N°. 1 (Coeficiente de escurrimiento)
- Se elaboró una relación que contuvo todas las zonas identificadas, indicándose para cada una de ellas, su área (Ai), su pendiente (Si), su coeficiente de escurrimiento (Ci) y las condiciones de su superficie, describiéndose su geología, tipo y uso del suelo, así como tipo y densidad de la vegetación.
- Se obtuvo el coeficiente de escurrimiento de la cuenca (C) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{k} C_i A_i}{A}$$

Dónde:
C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca, adimensional
Ci = Coeficiente de escurrimiento de la zona i, adimensional
Ai = Área de la zona i, (km2)
A = Área total de la cuenca, (km2)
K = Número de zonas identificadas

Pendientes Hidráulicas Medias del Cauce Principal

A partir de los puntos nivelados del perfil de la pendiente geométrica o hidráulica, determinados durante el levantamiento topográfico, se determinaron las pendientes hidráulicas medias del cauce principal, como sigue:

- Se calculó la pendiente geométrica media o la pendiente hidráulica media, siempre que fue posible, en doscientos (200) metros o dos (2) veces el ancho del cauce, lo que resultó mayor los 200 m

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=2}^{N} S_i d_i}{\sum_{i=2}^{N} d_i}$$

Dónde:
$\bar{S}$ = Pendiente geométrica media o hidráulica media, adimensional con aproximación al diezmilésimo
Si = Pendiente entre dos puntos contiguos nivelados, obtenida como Si=hi/Li, adimensional
di = Distancia entre dos puntos contiguos nivelados, obtenida como di=(Li2+hi2) ½, (m)
Li = Longitud horizontal entre dos puntos contiguos nivelados, que determinan la pendiente Si, (m)
hi = Desnivel entre dos puntos contiguos nivelados, que determinan la pendiente Si, (m)

N = Número de puntos contiguos nivelados para calcular la pendiente media

Para el cálculo de la pendiente geométrica media, no se utilizaron puntos nivelados que correspondieron a pozas o caídas debidas a la extracción de material, o a depósitos de materiales. El cálculo se presenta en el Anexo 2 (Características Fisiográficas).

La pendiente geométrica media o la pendiente hidráulica media fue menor de 2%, por lo cual se utilizó el Método de Manning para determinar la velocidad y los tirantes de la corriente.

Coeficiente de rugosidad

Con base en los datos recabados durante el reconocimiento de campo para cada tramo de las diferentes secciones hidráulicas levantadas, así como en la información contenida en la cartas topográfica, geológica, edafológica y de uso del suelo y de la información aportada de los sondeos del estudio geotécnico, se determinó el coeficiente de rugosidad de Manning (n), el cual define el grado de influencia sobre la velocidad del escurrimiento que ejerce las condiciones del cauce. Los valores considerados para la estimación de este coeficiente se tomaron de la Tabla Coeficientes de Rugosidad Manning para cauces naturales.

Determinación de las características hidrológicas

Para determinar las características hidrológicas de la cuenca se siguieron los procedimientos que a continuación se indican:

Características de la precipitación

La precipitación se caracteriza por la variación de las intensidades de lluvia dentro de la cuenca respecto a la duración de las tormentas que las generan con diferentes periodos de retorno (Tr). La intensidad de lluvia (I), expresada normalmente en milímetros por hora, es la relación entre un incremento de altura de precipitación (P) ocurrida y el tiempo de duración (t) que la generó y su variación se representa en forma gráfica mediante curvas de intensidad-duración-periodo de retorno (I-d-Tr), las que se determinan en función de los datos hidrológicos disponibles.

Para la obtención de las curvas I-d-Tr, la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT ha publicado Isoyetas de Intensidad-Duración-Frecuencia de la República Mexicana, ref. 4, mismas que se han determinado con base en datos obtenidos de estaciones pluviográficas, así como en alturas de precipitación medidas en estaciones pluviométricas de las que se infirieron sus distribuciones en el tiempo y se han trazado en mapas geográficos de cada Estado de la República, para diferentes duraciones de tormenta y periodos de retorno. se presentan las isoyetas I-d-Tr correspondientes al estado de Oaxaca. A partir de estas se procede de la siguiente forma:

- Se ubica la cuenca que se estudia en los mapas geográficos correspondientes e interpolando las isoyetas se estima la intensidad de lluvia (I) para cada duración de tormenta (t) y periodo de retorno (Tr). Particularmente para la cuenca de estudio se dispone de una estación de medición muy cercana, por lo cual no fue necesario interpolar sus valores de intensidad.
- Se muestran los datos recabados, a partir de las isoyetas, en forma tabular y graficada. La gráfica se presenta en escala semilogarítmica, donde las ordenadas en escala natural corresponden a las intensidades de lluvia y las abscisas en escala logarítmica a las duraciones, obteniéndose de esta forma las curvas intensidad – duración para los diferentes períodos de retorno (I-d-Tr) de la cuenca de estudio.

Características del escurrimiento

El nombre del escurrimiento principal de la cuenca en estudio es el Arroyo San Antonio

Cálculos hidrológicos

Para los cálculos hidrológicos se emplearon dos métodos semiempíricos: (1) racional (2) Chow y (3) Hidrograma Triangular. Las hipótesis en que se basan estos métodos suponen que la duración de la tormenta coincide con el tiempo de pico del escurrimiento y que todas las porciones de la cuenca contribuyen a la magnitud de éste. Además, la capacidad de infiltración es constante en el tiempo y la intensidad de lluvia es uniforme sobre toda la cuenca. Adicionalmente se considera que los antecedentes de humedad y almacenaje son despreciables.

Método Racional

Para calcular con este método el gasto máximo correspondiente a un periodo de retorno, se procedió como sigue:

Con la longitud (L) y la pendiente media del cauce principal (Sc), se calculó el tiempo de concentración (tc), que es el tiempo requerido para que el agua escurra desde el punto más lejano de la cuenca hasta el sitio donde se construirá el puente, mediante la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0{,}0662 \frac{L^{0{,}77}}{S^{0{,}385}}$$

Dónde:
tc = Tiempo de concentración, (h)
L = Longitud del cauce principal, (km)
Sc = Pendiente media del cauce principal, adimensional
Con el tiempo de concentración en minutos, se entró verticalmente en las curvas de intensidad-duración-periodo de retorno, hasta la curva correspondiente al periodo de retorno establecido y se determinó horizontalmente la intensidad de lluvia en milímetros por hora.

El gasto máximo correspondiente a un periodo de retorno se calculó mediante la siguiente expresión:

$$Q_{Tr} = 0{,}278CIA$$

Dónde:
QTr = Gasto máximo para el periodo de retorno Tr establecido, (m³/s)
C = Coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio, adimensional
I = Intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concentración tc, para el periodo de retorno Tr establecido, (mm/h)
A = Área de la cuenca, (km2)

De la misma forma se calcularon los gastos máximos de diseño para cada uno de los periodos de retorno. Estos gastos se graficaron en una escala semilogarítmica, obteniéndose la gráfica de gastos máximos–periodos de retorno según el Método Racional, en la que las ordenadas en escala natural corresponden a los gastos y las abscisas en escala logarítmica, a los periodos de retorno. En el Anexo N°. 5 (Método Racional) se presenta los cálculos por este método y su correspondiente gráfica.

Se advierte que los gastos estimados con este método para cuencas mayores a 100 km2, deben considerarse con reserva, por lo cual el Método Racional para este caso solo es indicativo del orden de magnitud de los gastos.

Método de Chow

Para calcular con este método el gasto máximo correspondiente a un periodo de retorno, se procedió como sigue:
Dependiendo de las características del suelo de la cuenca en estudio, éste se clasificó dentro de alguno de los siguientes tipos:

- Tipo A: suelos con potencial de escurrimiento mínimo. Incluye gravas y arenas de tamaño medio, limpias y mezcla de ambas.

- Tipo B: suelo con infiltración media inferior a la del tipo A. Incluye arenas finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena y limo.
- Tipo C: suelos con infiltración media inferior a la del tipo B. Comprende arenas muy finas, arcillas de baja plasticidad, mezclas de arena, limo y arcilla.
- Tipo D: suelos con potencial de escurrimiento máximo. Incluye principalmente arcillas de alta plasticidad, suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie

Según el tipo de suelo, clasificado como se indica en el párrafo anterior, y de acuerdo con las características de la superficie de la cuenca, a partir de la Tabla N°. 3 se determinó el número de escurrimiento ().

Con una duración de la tormenta (t), seleccionada arbitrariamente, en minutos o en horas, según se requiera, se entró verticalmente en las curvas de intensidad-duración-periodo de retorno, hasta la curva correspondiente al periodo de retorno establecido y se determinó horizontalmente la intensidad de lluvia en milímetros por hora.

Se calculó la altura de precipitación (P) correspondiente a la intensidad de lluvia determinada como se indicó en el párrafo anterior, multiplicando ésta por la duración de la tormenta seleccionada y se transformó a centímetros.

Con el número de escurrimiento () y la altura de precipitación (P), se determinó la precipitación en exceso (Pe) con la siguiente fórmula.

$$P_e = \frac{\left[P - \frac{508}{\eta} + 5{,}08\right]^2}{P + \frac{2{,}032}{\eta} - 20{,}32}$$

Dónde:

Pe = Precipitación en exceso para la duración de tormenta seleccionada y el Tr establecido, (cm)
P = Altura de precipitación para la duración de tormenta seleccionada y el Tr establecido, (cm)
η = Número de escurrimiento de la cuenca en estudio, adimensional

Con base en la precipitación en exceso (Pe) y la duración de la tormenta (t) seleccionada, se determinó el factor de escurrimiento (X), en centímetros por hora, con la siguiente ecuación:

$$X = \frac{P_e}{t}$$

Dónde:
X = Factor de escurrimiento, (cm/h)
Pe = Precipitación en exceso para la duración de tormenta seleccionada y el Tr establecido, (cm)
t = Duración de la tormenta seleccionada, (h)

Con la longitud del cauce principal (L) convertida a metros y su pendiente media (Sc) expresada en por ciento, se calculó el tiempo de retraso (tr), mediante la siguiente fórmula.

$$t_r = 0{,}00505\left(\frac{L}{\sqrt{Sc}}\right)^{0{,}64}$$

Dónde:
tr = Tiempo de retraso, (h)
L = Longitud del cauce principal, (m)
Sc = Pendiente media del cauce principal, (%)

Se calculó la relación entre la duración de la tormenta seleccionada y el tiempo de retraso (t/tr), y con ayuda de la Fig. N°. 2, se determinó el factor de reducción del pico (Z), adimensional.

El gasto producido por la precipitación con la duración de la tormenta seleccionada, para el periodo de retorno establecido, se calculó con la siguiente fórmula:

$$Q = 2{,}78AXZ$$

Dónde:
Q = Gasto para la duración de la tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido, (m³/s)
A = Área de la cuenca, (km2)
X = Factor de escurrimiento, (cm/h)
Z = Factor de reducción del pico, adimensional

Se repitió el procedimiento indicado anteriormente, para otras duraciones de tormenta con el periodo de retorno (Tr) establecido y se seleccionó como gasto máximo (QTr) para ese periodo de retorno, el gasto que resultó mayor.

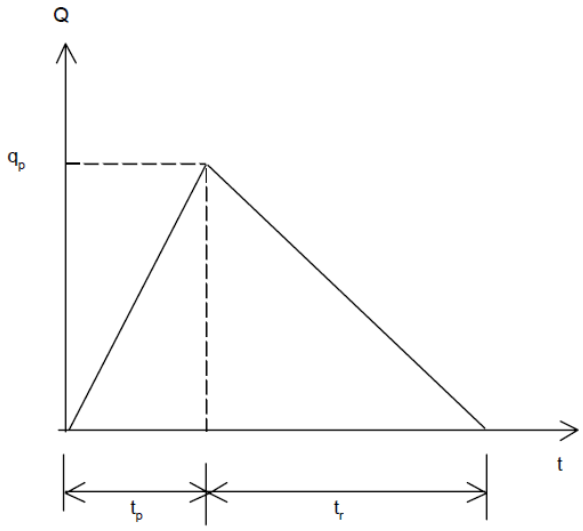
De la misma forma se determinaron los gastos máximos para cada uno de los periodos de retorno requeridos. Esos gastos se graficaron en escala semilogarítmica, elaborándose una gráfica de gastos máximos–periodos de retorno según el Método de Chow, en la que las ordenadas en escala natural corresponden a los gastos y las abscisas en escala logarítmica, a los periodos de retorno. Se presenta el cálculo por este método y su correspondiente gráfica.

Se considera que el Método de Chow proporciona los datos más confiables para la estimación del gasto teórico de diseño (QTDI). Lo anterior se estima válido debido a que en la fuente de información utilizada (Isoyetas de intensidad-duración-período de retorno) se encuentra una estación pluviográficas muy cercana y representativa de la cuenca de estudio, cuyos valores no necesitan ser interpolados. Con respecto al área de la cuenca de estudio, ésta se considera dentro del rango de aplicación del Método.

Método Hidrograma Triangular

Se ha desarrollado para determinar hidrogramas en cuencas pequeñas y su forma es triangular tal como se observa en la siguiente figura.

Imagen I. 30. Hidrograma unitario triangular.



El gasto pico qp se obtiene con la expresión siguiente:

$$q_p = 0.208\ \frac{A}{t_p}$$

Dónde:
qp = gasto pico unitario, (m³/s/mm)

A = Área de la cuenca, (km2)
tp = tiempo pico (h)
Asimismo, los valores del tiempo de recesión (tr) y del tiempo pico (tp)se estiman con:

$$t_r = 1.67\ t_p$$

$$t_p = \sqrt{t_c} + 0.60 t_c$$

Dónde:
tr = tiempo de recesión
tp = tiempo pico
tc = tiempo de concentración

Cálculos hidráulicos

El objetivo de los cálculos hidráulicos es la estimación de los gastos, tirantes y velocidades en los diferentes tramos de cada sección hidráulica, determinados durante el levantamiento topográfico, que correspondieron al nivel alcanzado por el agua en el cauce durante la creciente máxima de que se tenga noticia. Similarmente, los cálculos hidráulicos sirven para obtener los gastos, niveles, tirantes y velocidades correspondientes a los gastos máximos obtenidos según el Análisis Hidrológico, para los periodos de retorno establecidos y la selección del gasto de diseño (QDI) para el dimensionamiento hidráulico del puente.

A continuación, se presenta la metodología del cálculo:

Determinación de las características geométricas de la sección hidráulica

De cada tramo de una sección hidráulica, se determinaron las características geométricas que se indican enseguida:

- Los tirantes (y) definidos por la diferencia entre el nivel alcanzado por el agua y los niveles de la superficie del cauce en cada tramo de la sección hidráulica, en metros.
- El área hidráulica (Ah) por la que escurre el flujo, definida por el nivel alcanzado por el agua en el cauce, la longitud del tramo y el perfil del terreno natural dentro del mismo, en metros cuadrados.
- El perímetro mojado (Pm), que es la longitud de la superficie del cauce que tiene contacto con el agua en cada tramo de la sección hidráulica, en metros.
- El radio hidráulico (Rh), que es la relación del área hidráulica entre el perímetro mojado de cada tramo de la sección hidráulica (Rh = Ah / Pm), en metros.

Se emplearon herramientas de AutoCAD para facilitar estas determinaciones.

Determinación de las velocidades en la sección hidráulica

Una vez determinadas las características geométricas de una sección hidráulica, se calcularon las velocidades de la corriente en cada tramo, mediante el Método de Manning

El Método de Manning establece que la velocidad del flujo para cada tramo de una sección hidráulica se expresa como:

$$V_j = \frac{R_{hj}^{2/3}\ \bar{S}^{1/2}}{n_j}$$

Dónde:
Vj = Velocidad de la corriente en el tramo j, (m/s)
Rhj = Radio hidráulico del tramo j, (m)
$\bar{S}$ = Pendiente media aguas arriba del sitio donde se ubique la sección hidráulica, adimensional

nj = Coeficiente de rugosidad de Manning del tramo j, adimensional.

Determinación de los gastos de la sección hidráulica

Una vez calculadas las velocidades de la corriente en todos los tramos de una sección hidráulica, se determinan los gastos correspondientes, aplicando la Ecuación de Continuidad, que establece:

$$Q_j = A_{hj} \times V_j$$

Dónde:
Qj = Gasto parcial en cada tramo j considerado, (m3/s)
Ahj = Área hidráulica en cada tramo j considerado, (m2)
Vj = Velocidad de la corriente en cada tramo j considerado, (m/s)
Mínima=2075.93

Los gastos parciales se suman para obtener el gasto total de la sección hidráulica analizada, es decir:

$$Q_{tot} = \sum_{j=1}^{M} Q_j$$

Dónde:
Qtot = Gasto total en la sección hidráulica, (m3/s)
Qj = Gasto parcial en cada tramo j considerado, (m3/s)
M = Número de tramos de la sección hidráulica

Se presentan los resultados de las velocidades y gastos obtenidos en las tres secciones hidráulicas levantadas, correspondientes al nivel de aguas máximas observado en campo. Para la selección del gasto máximo observado en campo (QMOC) se consideró en la sección más confiable. Por otra parte, en la sección hidráulica del cruce, se hicieron transitar los gastos obtenidos con el Análisis Hidrológico (Método de Chow, considerado el más confiable para este caso), obteniéndose el niveles del agua correspondiente para período de retorno Tr = 50 años (Nivel de aguas de diseño)

Bibliografía del Informe Topo Hidráulico – Hidrológico

García, E. (1987), Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, edición de la autora, México, D. F., 217 pp.
Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1982), Manual para la estimación de avenidas máximas en cuencas y presas pequeñas, SARH, México, D. F., 225 pp.
Chow, V. T. (1959), Open-channel Hydraulics, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, Japón, 680 pp.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (2002), Isoyetas de intensidad – duración – periodo de retorno de la República Mexicana, disco compacto, SICT, Ciudad de México.
Sotelo Ávila G., Hidráulica II, UNAM F. I. 1975.
Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (2000), Normativa para la Infraestructura del Transporte, M-PRY-CAR-1-06-003/00, M-PRY-CAR-1-06-004/00, M-PRY-CAR-1-06-005/00, N-PRY-CAR-1-06-001/00, N-PRY-CAR-1-06-002/00, N-PRY-CAR-1-06-003/00, N-PRY-CAR-1-06-004/00, N-PRY-CAR-1-06-005/00, N-PRY-CAR-1-06-006/00; formato pdf.

Tablas del Informe Topo Hidráulico – Hidrológico

Tabla I. 26. Coeficientes de escurrimiento © para el Método Racional Cuencas urbanas

Tipo de superficie por drenar	Pendiente %	Coeficiente de escurrimiento C	
		Mínimo	Máximo
A) Praderas:			
1. Suelo arenoso plano	< 2	0,05	0,10
2. Suelo arenoso medio	2 a 7	0,10	0,15
3. Suelo arenoso empinado	> 7	0,15	0,20
4. Suelo arcilloso plano	< 2	0,13	0,17
5. Suelo arcilloso medio	2 a 7	0,18	0,22
6. Suelo arcilloso empinado	> 7	0,25	0,35
B) Zonas pavimentadas:			
1. Pavimento asfáltico	---	0,70	0,95
2. Pavimento de concreto hidráulico	---	0,80	0,95
3. Pavimento adoquinado	---	0,70	0,85
4. Estacionamientos	---	0,75	0,85
5. Patios de ferrocarril	---	0,20	0,40
C) Zonas residenciales:			
1. Unifamiliares	---	0,30	0,50
2. Multifamiliares, espaciados	---	0,40	0,60
3. Multifamiliares, juntos	---	0,60	0,75
4. Suburbanas	---	0,25	0,40
5. Casas habitación	---	0,50	0,70
D) Zonas comerciales:			
1. Zona comercial (áreas céntricas)	---	0,70	0,95
2. Áreas vecinas	---	0,50	0,70
E) Zonas industriales:			
1. Construcciones espaciadas	---	0,50	0,80
2. Construcciones juntas	---	0,60	0,90
F) Campos cultivados	---	0,20	0,40
G) Zonas forestadas	---	0,10	0,30
H) Parques y cementerios	---	0,10	0,25
I) Áreas de recreo y campos de juego	---	0,20	0,35
J) Azoteas y techados	---	0,75	0,95

Característica del suelo	Tipo	Rango	Coeficiente de escurrimiento C
Relieve C_r	Bajo	Terreno relativamente plano con pendientes medias de 0-5 %	0,08 - 0,14
	Normal	Terrenos con laderas con pendiente media de 5-10 %	0,14 - 0,20
	Alto	Terreno montañoso con pendientes medias entre 10-30 %	0,20 - 0,28
	Extremo	Terreno accidentado con pendiente medias superiores a 30 %	0,28 - 0,35
Cobertura Vegetal C_v	Bajo	Nula o dispersa	0,12 - 0,16
	Normal	Deficiente a regular; cultivos limpios, cobertura natural pobre menor del 20 % del área de la cuenca	0,08 - 0,12
	Alto	De regular a buena; 50 % de cobertura a base de bosques o pastizales y no más del 50 % de cobertura en pastizales	0,06 - 0,08
	Extremo	De buena a excelente; aproximadamente 90 % del área de la cuenca cubierta con pastizales, bosques	0,04 - 0,06
Infiltración C_I	Bajo	Suelo o roca sin cobertura, impermeable	0,12 - 0,16
	Normal	Suelo con poca capacidad de infiltración, arcillas o limos	0,08 - 0,12
	Alto	Con infiltración media, suelos arenosos	0,06 - 0,08
	Extremo	Suelos con alta infiltración, suelos arenosos profundos	0,04 - 0,06
Almacenamientos C_s	Bajo	Mínimo; depresiones con poca profundidad, con vías de desagüe pequeñas, sin pantanos	0,10 - 0,12
	Normal	Notable; definidos con pequeños desagües, sin estanques y pantanos	0,08 - 0,10
	Alto	Cuantioso; lagos, estanques y pantanos	0,06 - 0,08
	Extremo	Abundante; sistema de drenaje no definido claramente, con llanuras de inundación, estanques y pantanos	0,04 - 0,06

Tabla I. 27. Coeficientes de rugosidad de Manning (η) para cauces naturales

Tipo y descripción del cauce	Coeficientes de rugosidad n		
	Mínimo	Normal	Máximo
A. Arroyos (ancho de la superficie libre del agua en avenidas < 30 m):			
a) Corriente con planicie:			
1. Limpios, rectos, sin deslaves ni estancamientos profundos, tirante alto	0,025	0,030	0,033
2. Igual al anterior, pero más rocoso y con hierba	0,030	0,035	0,040
3. Limpios, sinuosos, algunas irregularidades en el fondo	0,033	0,040	0,045
4. Igual al anterior, algo de hierba y rocas	0,035	0,045	0,050
5. Igual al anterior, pero menor profundidad y secciones poco eficaces	0,040	0,048	0,055
6. Igual que el 4, pero con más piedras	0,045	0,050	0,060
7. Tramos irregulares con hierba y estancamientos profundos	0,050	0,070	0,080
8. Tramos con mucha hierba, estancamientos profundos, cauces de inundación con raíces y plantas subacuáticas	0,075	0,100	0,150
b) Corrientes de montaña, sin vegetación en el cauce, bordos muy inclinados, árboles y arbustos a lo largo de las márgenes, que quedan sumergidos durante las inundaciones:			
1. Fondo de grava, boleo y algunos cantos rodados	0,030	0,040	0,050
2. Fondo de boleo y grandes rocas	0,040	0,050	0,070
B. Planicies de inundación:			
a) Pastura sin arbustos:			
1. Pasto bajo	0,025	0,030	0,035
2. Pasto alto	0,030	0,035	0,050
b) Áreas de cultivo:			
1. Sin cultivo	0,020	0,030	0,040
2. Cultivo maduro en surcos	0,025	0,035	0,045
3. Cultivo maduro en campo	0,030	0,040	0,050
c) Arbustos:			
1. Arbustos escasos y mucha hierva	0,035	0,050	0,070
2. Pocos arbustos y árboles, en invierno	0,035	0,050	0,060
3. Pocos arbustos y árboles, en verano	0,040	0,060	0,080
4. Mediana y densa población de arbustos, en invierno	0,045	0,070	0,110
5. Mediana y densa población de arbustos, en verano	0,070	0,100	0,160
d) Árboles:			
1. Población densa de sauces en verano, rectos	0,110	0,150	0,200
2. Terrenos talados con troncos muertos	0,030	0,040	0,050
3. Igual al anterior, pero con troncos retoñados	0,050	0,060	0,080
4. Gran concentración de madera, algunos árboles caídos, pocos de escaso crecimiento, nivel de inundación debajo a las ramas	0,080	0,100	0,120
5. Igual al anterior, pero el nivel de inundación alcanza las ramas	0,100	0,120	0,160
C. Ríos (ancho de la superficie libre del agua en avenidas > 30 m.). El valor de n es menor que en los arroyos de igual descripción, pero donde los bordos ofrecen menor resistencia:			
a) Secciones regulares sin cantos rodados ni arbustos	0,025		0,060
b) Secciones rugosas e irregulares	0,035		0,100

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Tabla I. 28. Selección del número de escurrimiento η

Tipo de cobertura		Número de curva *N* para el tipo de suelo			
		A	B	C	D
Áreas urbanas completamente desarrolladas [1] (vegetación establecida)					
Jardines, espacios abiertos, parques, campos de golf, cementerios, entre otros					
1. Condición buena; cobertura de pasto del 75 % o más del área		39	61	74	80
2. Condición media; cobertura de pasto del 50 al 75 % del área		49	69	79	84
3. Condición pobre; cobertura de pasto de menos del 50 % del área		68	79	86	89
4. Lotes de estacionamiento pavimentado, techos, calzadas, entre otros		98	98	98	98
Calles y Carreteras					
1. Pavimentadas con bordos y alcantarillas pluviales		98	98	98	98
2. Terracerías compactadas		76	85	89	91
3. Terracerías no compactadas		72	82	87	89
4. Pavimentadas con zanjas abiertas		83	89	92	93
---	**% promedio impermeable [2]**	---			
1. Áreas comerciales y de oficinas	85	89	92	94	95
2. Distritos industriales	72	81	88	91	93
3. Casas y lotes residenciales con 0,05 ha o menos	65	77	85	90	92
Lotes residenciales (tamaño promedio)					
1. 0,100 ha	38	61	75	83	87
2. 0,135 ha	30	57	72	81	86
3. 0,200 ha	25	54	70	80	85
4. 0,400 ha	20	51	68	79	84
5. 0,800 ha	12	46	65	77	82
Áreas urbanas en zonas desérticas					
1. Zona desértica natural		63	77	85	88
2. Zona desértica artificial (barrera de hierba impenetrable, arbustos del desierto con 25-50 mm, mantos de arena o grava y fronteras de cuenca)		96	96	96	96
3. Áreas urbanas en desarrollo [3] (sin vegetación establecida)		77	86	91	94
Áreas no urbanas					
Tipo de cobertura	**Condición hidrológica [4]**	**Número de curva *N* para el tipo de suelo**			
		A	B	C	D
Tierra agrícola cultivada: barbecho					
1. Línea recta o solo suelo		77	86	91	94
2. Cultivo de conservación	Pobre	76	85	90	93
	Buena	74	83	88	90
3. Cultivos en hileras — Fila recta	Pobre	72	81	88	91
	Buena	67	78	85	89
Cultivo de conservación	Pobre	71	80	87	90
	Buena	64	75	82	85
Contorneada	Pobre	70	79	84	88
	Buena	65	75	82	86
Contorneada y labranza	Pobre	69	78	83	87
	Buena	64	74	81	85
Contorneada y terracería	Pobre	66	74	80	82
	Buena	62	71	78	81
Contorneada, terracería y labranza	Pobre	65	73	79	81
	Buena	61	70	77	80

COMUNICACIONES

Tipo de cobertura		Condición hidrológica [4]	Número de curva *N* para el tipo de suelo			
			A	B	C	A
4. Granos pequeños	Fila recta	Pobre	65	76	84	88
		Buena	63	75	83	87
	Cultivo de conservación	Pobre	64	75	83	86
		Buena	60	72	80	84
	Contorneada	Pobre	63	74	82	85
		Buena	61	73	81	84
	Contorneada y labranza	Pobre	62	73	81	84
		Buena	60	72	80	83
	Contorneada y terracería	Pobre	61	72	79	82
		Buena	59	70	78	81
	Contorneada, terracería y labranza	Pobre	60	71	78	81
		Buena	58	69	77	80
5. Primer sembrado o emisión de legumbres o praderas de rotación [5]	Fila recta	Pobre	66	77	85	89
		Buena	58	72	81	85
	Contorneada	Pobre	64	75	83	85
		Buena	55	69	78	83
	Contorneada y terracería	Pobre	63	73	80	83
		Buena	57	67	76	80
Tierra agrícola no cultivada						
1. Pastizales o praderas	Sin tratamientos mecánicos [6]	Pobre	68	79	86	89
		Media	49	69	79	84
		Buena	39	61	74	80
	Contorneada	Pobre	47	67	81	88
		Media	25	59	75	83
		Buena	6	35	70	79
2. Condición buena; cobertura de pasto del 75 % o más del área			30	58	71	78
3. Tierras forestales - pasto o huertos - perennes o caducifolia		Pobre	55	73	82	86
		Media	44	65	76	82
		Buena	32	58	72	79
4. Arbustos - malezas - mezcla de hierba con arbustos como elemento principal [7]		Pobre	48	67	77	83
		Media	35	56	70	77
		Buena	30 [8]	48	65	73
5. Bosques		Pobre	45	66	77	83
		Media	36	60	73	79
		Buena	30 [8]	55	70	77
6. Bosques - Combinación de hierbas (huertos o plantación de árboles) [9]		Pobre	57	73	82	86
		Media	43	65	76	82
		Buena	32	58	72	79
7. Granja			59	74	82	86

Tipo de cobertura	Condición hidrológica [4]	Número de curva *N* para el tipo de suelo			
		A	B	C	D
Gama de bosques					
1. Herbáceo - mezcla de hierba, mala hierba y arbustos de bajo crecimiento, con arbustos como elemento menor	Pobre	-	80	87	93
	Media	-	71	81	89
	Buena	-	62	74	85
2. Roble - álamo - arbustos de montaña de roble, álamo, caoba de montaña, arbustos amargos, arce y otros arbustos	Pobre	-	66	74	79
	Media	-	48	57	63
	Buena	-	30	41	48
3. Piñón, enebro o ambos (hierbas de sotobosque)	Pobre	-	75	85	89
	Media	-	58	73	80
	Buena	-	41	61	71
4. Salvia	Pobre		67	80	85
	Media		51	63	70
	Buena		35	47	55
5. Arbusto del desierto - grandes plantas incluidos arbustos de sal, arbustos enanos resinosos, arbusto de creosota, coelogyne o arbustos rosácea, ambrosia deltoidea, palo verde, mezquite, y cactus.	Pobre	63	77	85	88
	Media	55	72	81	86
	Buena	49	68	79	84

- Tipo A: suelos con potencial de escurrimiento mínimo. Incluye gravas y arenas de tamaño medio, limpias y mezcla de ambas.
- Tipo B: suelo con infiltración media inferior a la del tipo A. Incluye arenas finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena y limo.
- Tipo C: suelos con infiltración media inferior a la del tipo B. Comprende arenas muy finas, arcillas de baja plasticidad, mezclas de arena, limo y arcilla.
- Tipo D: suelos con potencial de escurrimiento máximo. Incluye principalmente arcillas de alta plasticidad, suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie

ÍNDICE

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO. 3

II.1. Vinculación con Planes y Programas Sectoriales. 3
II.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 3
II.1.2. Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024 6
II.1.3. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 (PROMARNAT) 7
II.1.4. Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40 8
II.1.5. Convenio de la Diversidad Biológica (CDB) 9
II.1.6. Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2022-2028 Oaxaca 11
II.1.7. Plan Municipal de Desarrollo de San Antonino Monte Verde, Oaxaca. 12

II.2 Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio 13
II.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 13
II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca 23

II.3 Vinculación con Áreas Naturales Protegidas u otras zonificaciones prioritarias para la conservación (RTP y/o RHP), o la relativas a la regulación del Uso del Suelo Urbano (PDU). 29
II.3.1. Áreas Naturales Protegidas 29
II.3.2 Regiones Prioritarias de Acuerdo con la CONABIO. 33

II.4 Vinculación con Leyes, Reglamentos y Normas de los tres niveles de gobierno 41
II.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 41
II.4.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 41
II.4.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). 43
II.4.4. Ley General de Vida Silvestre 45
II.4.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 46
II.4.6. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 47
II.4.7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. 47
II.4.8. Ley General de Cambio Climático (LGCC) y Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia de Registro Nacional de Emisiones. 49
II.4.9. Ley de Aguas Nacionales (LAN) 52
II.4.11. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal 54
II.4.12. Ley de Vías Generales de Comunicación. 55
II.4.13. Normas Oficiales Mexicanas 56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1 Vinculación con los ejes y objetivos aplicables del plan nacional de desarrollo. 4
Tabla II. 2 Vinculación con las estrategias aplicables del Plan Nacional de Desarrollo 5
Tabla II. 3 Estrategias aplicables para la Región Ecológica donde se inserta el proyecto. 14
Tabla II. 4 Descripción de la Región Ecológica donde se inserta el proyecto. 15
Tabla II. 5 Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica donde se inserta el proyecto. 16

Tabla II. 6 Vinculación con las estrategias de la UAB 72. 19
Tabla II. 7 Vinculación con los lineamientos del POEGT. 21
Tabla II. 8 Características de la Unidad de Gestión Ambiental 005. 23
Tabla II. 9 Vinculación del proyecto con los criterios establecidos para la UGA. 26
Tabla II. 10 ANPs del estado de Oaxaca. 30
Tabla II. 11 Vinculación con los artículos aplicables de la LGEEPA. 41
Tabla II. 12 Vinculación con los artículos aplicables del REIA de la LGEEPA. 43
Tabla II. 13 Vinculación con los artículos aplicables de la LGVS. 45
Tabla II. 14 Vinculación con los artículos aplicables de la LGDFS. 46
Tabla II. 15 Vinculación con los artículos aplicables del Reglamento de la LGDFS. 47
Tabla II. 16 Vinculación con los artículos aplicables de la LGPGIR y su reglamento. 47
Tabla II. 17 Vinculación y Propuestas de la SICT para el cumplimiento a la LGCC. 49
Tabla II. 18 Vinculación y Propuestas de la SICT para el Cumplimiento del Reglamento de la LGCC. 52
Tabla II. 19 Vinculación con los artículos aplicables de la LAN. 52
Tabla II. 20 Vinculación con los artículos aplicables de la LCPyAF. 54
Tabla II. 21 Vinculación con los artículos aplicables acorde con la Ley de Vías Generales de Comunicación. 55
Tabla II. 22 Vinculación con las NOM aplicables en materia de suelos, aire y agua 56

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen II. 1 Esquema general del PND 2025-2030 4
Imagen II. 2 Pilares de la política Nacional de Cambio Climático. 8
Imagen II. 3 Zonificación del POEGT 13
Imagen II. 4 Localización del proyecto con respecto al POEGT. 18
Imagen II. 5 Localización del proyecto con respecto al POERTEO. 25
Imagen II. 6 Localización del proyecto con respecto a ANP Federales. 31
Imagen II. 7 Localización del proyecto con respecto a ANPs Estatales 32
Imagen II. 8 Localización del proyecto con respecto a las AICA 33
Imagen II. 9 Localización del proyecto con respecto a las RTP. 36
Imagen II. 10 Localización del proyecto con respecto a las RHP 37
Imagen II. 11 Localización del proyecto con respecto a las RMP. 38
Imagen II. 12 Localización del proyecto con respecto a sitios Ramsar 39
Imagen II. 13 Localización del proyecto con respecto a las ADVC 40

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.

El presente capítulo demuestra la congruencia jurídica del proyecto, respecto a los instrumentos de planeación, programas, leyes, ordenamientos y normas oficiales, vigentes y aplicables, decretados y aprobados por los tres órdenes de gobierno con el objetivo de demostrar el compromiso de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) a la SEMARNAT y la sociedad en general, que el desarrollo del proyecto, garantizará la protección, conservación y preservación de los elementos ambientales, conforme a los establecido en el artículo 4to. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Inicialmente, se indican los planes de desarrollo existentes a nivel nacional, regional y local, con los objetivos, metas y ejes relacionados con la naturaleza del proyecto y su vinculación legal. Posteriormente se abordan ordenamientos jurídicos relacionados con los usos y el manejo territorial, incluyendo (de ser el caso) decretos de Áreas Naturales Protegidas y finalmente se presentan leyes y reglamentos en materia de impacto ambiental vinculantes al proyecto. En este sentido, se indican las propuestas generadas por la SICT para dar cabal cumplimiento a dichos instrumentos legales nacionales e internacionales, reglamentos y normas en materia ambiental.

Es importante mencionar que el proyecto motivo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, forma parte de las prioridades del sector de comunicaciones y transportes orientada a la construcción y modernización de infraestructura de movilidad y conectividad de la población, con enfoque en la reducción de los problemas generados por el aislamiento e insuficiente calidad de los servicios.

II.1. Vinculación con Planes y Programas Sectoriales.

II.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

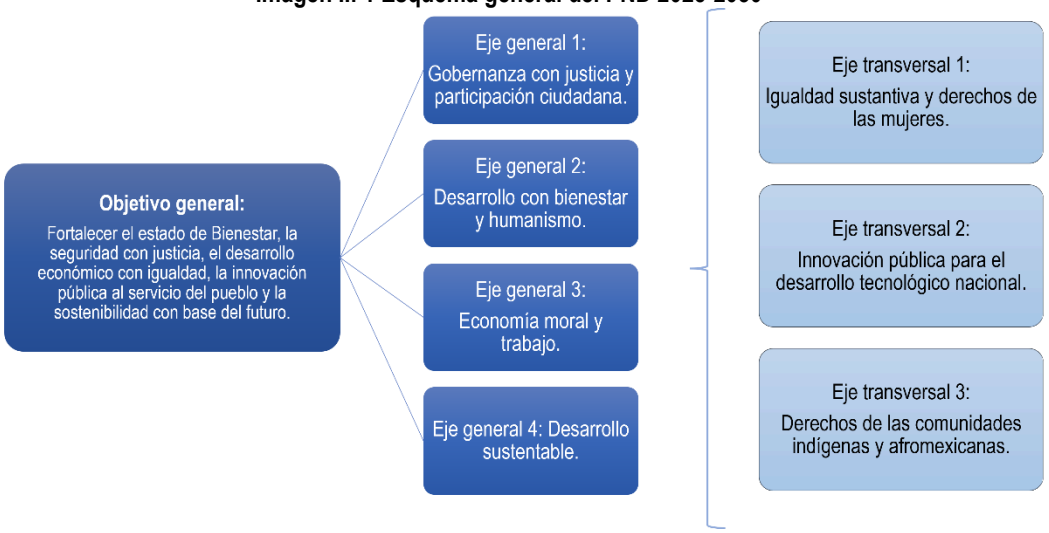
El PND 2025-2030 aprobado y publicado en el D.O.F. el 15 de abril de 2025 es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México que pretende bajo un modelo de desarrollo, generar bienestar, justicia social y sustentabilidad. Define las acciones en el corto, mediano y largo plazo y se articula sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales que estructuran la política pública en su conjunto.

I. Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
II. Desarrollo con Bienestar y Humanismo.
III. Economía moral y trabajo.
IV. Desarrollo Sustentable.

Asimismo, los tres ejes transversales son:
I. Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres.
II. Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional.
III. Derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas.

El PND plantea un objetivo particular para cada Eje y el cumplimiento de cien compromisos de gobierno agrupados en cada uno.

Imagen II. 1 Esquema general del PND 2025-2030



Fuente: PND 2025-2030

De acuerdo con los objetivos de los ejes generales, el proyecto se relaciona directamente con el **Eje General 3**, en el que se contemplan iniciativas para desarrollar infraestructura estratégica que habilite una República mejor conectada y se resalta que *en 2023 la red carretera de México sumó 407,783 km, pero el 34% de la red libre de peaje está en malas condiciones, lo que requiere esfuerzos continuos de mejoramiento y conservación para garantizar seguridad vial y eficiencia en el transporte.* Asimismo, se relaciona indirectamente con el **Eje general 4.** De esta manera, el PND plantea en sus objetivos particulares diferentes estrategias relacionadas con el proyecto que a continuación se vinculan:

Tabla II. 1 Vinculación con los ejes y objetivos aplicables del plan nacional de desarrollo.

Eje y Objetivo	Vinculación
Eje General 3: Economía moral y trabajo	
Se contemplan iniciativas para desarrollar infraestructura estratégica que habilite una República mejor conectada. Esto incluye la mejora del transporte de pasajeros y la modernización de los puertos y aeropuertos, la promoción de la infraestructura para el comercio interno y transfronterizo, lo cual permitirá conectar de manera más eficiente a las distintas regiones del país, impulsando el desarrollo económico. El propósito de estas acciones es construir un México más justo y productivo, donde el fruto del trabajo alcance para el bienestar familiar y se valore la contribución de todas las personas al desarrollo económico del país, asegurando que cada una, independientemente de su ocupación, pueda disfrutar de una vida digna y de un entorno favorable para su desarrollo pleno.	La ejecución del proyecto refiere a la construcción de un puente que se encuentra relacionada con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y es congruente con su objetivo 3.7 al buscar mejorar la movilidad y consolidar una red intermodal de infraestructura ya que, para tal fin, se requiere brindar mayor seguridad al tránsito vehicular y conectar zonas urbanas y rurales de difícil acceso, además de hacer más eficientes los traslados de los pobladores de la región. En este sentido, el desarrollo del proyecto incentivará las actividades económicas y el consumo de bienes y servicios. Por otra parte, se promoverá la disminución de riesgos para los usuarios que transitan por el puente actual. Aunado a lo anterior y acorde a Torres (*et. al.,* 2002), una adecuada distribución de los recursos destinados a la construcción de la infraestructura repercutirá en una mejor distribución de mercancías, situación que impacta en el nivel de crecimiento municipal.
Eje General 4: Desarrollo Sustentable	
El desarrollo sustentable requiere un enfoque integral en la protección y el uso responsable de los recursos naturales. Es prioritario implementar políticas para reducir y revertir el daño ambiental, proteger los ecosistemas estratégicos del país […] *[…]equilibrar el desarrollo económico con la responsabilidad ambiental, asegurando que las generaciones presentes y*	Aun cuando el proyecto de construcción de un puente no se relaciona directamente con este Eje general, para la SICT resulta de vital importancia diseñar vías de comunicación con enfoque sustentable, una adecuada gestión responsable de los recursos naturales y generar estrategias que disminuyan los efectos del cambio climático.

Eje y Objetivo	Vinculación
futuras cuenten con los recursos y condiciones necesarias para una mejor calidad de vida. La consolidación de un modelo energético sustentable y una gestión responsable de los recursos naturales son claves para garantizar la viabilidad ambiental, económica y social del país a largo plazo.	Por lo anterior, con la implementación del proyecto, se busca disminuir significativamente los impactos al medio. Asimismo, se implementarán diferentes programas para la protección y conservación de la flora, fauna, suelo y componentes hídricos.

Con respecto a las estrategias que se desprenden del objetivo *3.7: Mejorar la movilidad de personas y mercancías en todo el territorio nacional y transfronterizo, incrementando la competitividad del país mediante la consolidación de una red intermodal de infraestructura para un transporte eficiente, sostenible y seguro*, a continuación, se presenta la vinculación con cada una de ellas.

Tabla II. 2 Vinculación con las estrategias aplicables del Plan Nacional de Desarrollo

Estrategia	Vinculación
Estrategia 3.7.1 Incrementar la conectividad entre regiones para mejorar el acceso a comunidades aisladas y promover el desarrollo de centros poblacionales, económicos y turísticos, integrando el ordenamiento territorial con criterios de movilidad sustentable, segura, accesible e incluyente, que contribuyan al bienestar regional, al comercio interno y transfronterizo, y al turismo.	El diseño para la construcción de un puente mejorará las condiciones de operación, accesibilidad y seguridad de esta. En este sentido, el mantenimiento regular y modernización de caminos y carreteras es fundamental para la vitalidad económica de un país (World Road Association, 2015), ya que brinda una vialidad segura y moderna que conecte de forma eficiente a localidades y municipios aislados. Además, el desarrollo del proyecto facilitará las actividades comerciales y sociales, beneficiando a la región de forma integral.
Estrategia 3.7.2 Fomentar la construcción, modernización y conservación de la infraestructura de transporte para garantizar la movilidad de personas, bienes, servicios y turistas nacionales e internacionales, asegurando condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad.	De acuerdo con las estadísticas y reportes del CONEVAL (2020) los municipios donde se asentará el proyecto tienen un alto grado de marginación a nivel entidad muy alto a nivel municipal, por lo que, se considera que la construcción del puente podrá contribuir a mejorar el acceso a las localidades más rezagadas. Además, favorecerá el incremento en la dinámica económica, e incentivará la mejora en los servicios públicos.
Estrategia 3.7.3 Desarrollar infraestructura ferroviaria para mejorar el transporte de pasajeros y carga mediante la expansión e integración de la red con un enfoque intermodal, fortaleciendo la integración territorial y ofreciendo un servicio económico, seguro, sostenible y eficiente.	El proyecto en cuestión no refiere al sector ferroviario, sin embargo, la construcción del puente busca mejorar las condiciones de la red rural y urbana de carreteras en el estado para mejorar la comodidad y seguridad de los usuarios, reducir los costos de operación y tiempos de recorrido, así como el ahorro de combustible. Por lo anterior, se considera que el proyecto se alinea a esta estrategia.
Estrategia 3.7.4 Incrementar la conectividad regional a través del transporte aéreo y marítimo, con el desarrollo de infraestructura y adquisición de equipamiento, para ofrecer servicios seguros, modernos y sostenibles, que cumplan con las normativas nacionales e internacionales y promuevan el dinamismo del sector turístico.	El proyecto en cuestión no refiere a los sectores aéreos y marítimos, sin embargo, la construcción de un puente busca mejorar las condiciones de la red rural y urbana de carreteras en el estado para mejorar la comodidad y seguridad de los usuarios, reducir los costos de operación y tiempos de recorrido, así como el ahorro de combustible. Por lo anterior, se considera que el proyecto se alinea a esta estrategia.
Estrategia 3.7.5 Garantizar un transporte eficiente, incluyente, moderno, seguro y sustentable mediante la regulación, verificación y modernización de la flota vehicular, con el objetivo de preservar la integridad y seguridad de los usuarios.	La construcción de un puente busca mejorar las condiciones de la red rural y urbana en el estado para mejorar la comodidad y seguridad de los usuarios, reducir los costos de operación y tiempos de recorrido, así como el ahorro de combustible. Por lo anterior, se considera que el proyecto se alinea a esta estrategia.

Estrategia	Vinculación
Estrategia 3.7.6 Fortalecer la coordinación y cooperación entre las dependencias de la Administración Pública Federal y sus diferentes sectores, con el fin de impulsar el desarrollo nacional mediante la implementación de la Política Nacional Marítima.	La aplicación y ejecución de esta estrategia corresponde a los diferentes órdenes de gobierno y la promovente no cuenta con la facultad para su cumplimiento.

II.1.2. Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2021-2024

Este programa se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 08 de noviembre de 2021 es un instrumento clave para la implementación de acciones para que México enfrente los impactos negativos del cambio climático sobre el patrimonio biocultural, la infraestructura nacional, la economía y el Estado de Bienestar.
El PECC 2021-2024, como instrumento mandatado por la LGCC, incluye la planeación sexenal de las acciones que se realizarán en materia de adaptación a los efectos adversos del cambio climático; así como de mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero por parte de las dependencias y entidades que integran la APF. Esta planeación se enmarca en una visión de mediano y largo plazo, congruente con los objetivos de la ENCC, con los compromisos internacionales y con la situación económica, ambiental y social del país.

Asimismo, el PECC contribuye con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, en su objetivo: *3. SCT. Generar condiciones para una movilidad de personas integral, ágil, segura, sustentable e incluyente, que incremente la calidad de vida*. Incluye cuatro Objetivos Prioritarios que, en su conjunto contribuirán al avance en el cumplimiento de los compromisos de México a nivel internacional, particularmente las NDC.

En dicho programa, México asume el compromiso de seguir criterios de progresividad en la ambición de sus metas, alinear la política nacional a éstas, y ejercer una implementación efectiva que las vuelva realidad. Esto en línea con la necesidad global de estabilizar las emisiones de GEI para evitar el aumento promedio de la temperatura del planeta por arriba de 1.5°C. Según el Informe Especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1.5ºC con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza, el cumplimiento de esta meta implica que a nivel global se alcance la neutralidad de emisiones hacia el año 2050.

Es importante mencionar que toda vez que el Gobierno de México otorga prioridad al tema del cambio climático, se reconocen los efectos de la ineficiencia del transporte, aspecto que se traduce en la generación excesiva de gases invernadero que, sólo pueden ser contrarrestados, a través de mecanismos que permitan reducir el consumo de combustibles fósiles.

Particularmente este programa se vincula con el presente proyecto en su objetivo prioritario **1. Disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de la población, los ecosistemas y su biodiversidad, así como de los sistemas productivos y de la infraestructura estratégica mediante el impulso y fortalecimiento de los procesos de adaptación y el aumento de la resiliencia**, así como con la estrategia prioritaria ***1.5.*** *Proteger la infraestructura estratégica del país mediante la integración de criterios de adaptación en las fases de diseño, construcción, reconstrucción, mantenimiento y operación, para fortalecer su resistencia ante impactos del cambio climático* y con la acción puntual 1.5.2.: Desarrollar criterios de gestión de riesgos y de adaptación al cambio climático en el diseño, construcción, reconstrucción, rehabilitación y mantenimiento de infraestructura de transporte y comunicaciones.
Asimismo, la estrategia prioritaria **1.7**. *Desarrollar y fortalecer las capacidades adaptativas para la atención del cambio climático en los tres órdenes de gobierno y los sectores de la sociedad civil, considerando los saberes tradicionales, las capacidades locales y el mejor conocimiento científico disponible* guarda relación con el proyecto ya que dadas las condiciones actuales del país, es necesario el impulso al transporte eficiente, de bajas emisiones y con ello infraestructura de calidad que favorezca la disminución de GEI, por lo que se propone la acción puntual

1.7.4. Desarrollar un programa de capacitación para el sector transportes sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático e implementarlo mediante cursos/talleres regionales en los Centros SICT.
Para el caso de la construcción del puente, se espera que su implementación mejore las condiciones actuales y disminuya la producción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la zona, al favorecer el traslado de los habitantes del municipio.
En virtud de lo anterior, el proyecto puede considerarse una acción de oportunidad no solo para incrementar la movilidad si no para reducir el consumo de gasolina, tiempo y emisiones de gases causantes del cambio climático en la región.

II.1.3. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 (PROMARNAT)[1]

El PROMARNAT contribuirá con los artículos 4to, 25 y 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Planeación, la LGEEPA en sus artículos 17, 20 Bis, 157 y 158, la Ley General de Cambio Climático en su artículo 65 y la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal en su artículo 32 Bis, así como los objetivos establecidos por el gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) como parte del Eje General 4 "Desarrollo sustentable", específicamente en los objetivos 4.3, 4.5 y 4.6. Asimismo, su visión territorial y uno de los principios articuladores que recorre todos los objetivos, estrategias y acciones del Programa es: "***Sus Objetivos, Estrategias y Líneas de acción están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación, protección, uso sustentable y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, del manejo sustentable del agua, de la acción climática, la economía circular y una gobernanza eficaz, en aras de la recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país. El actuar del Programa se inspira y tiene como base la "República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales" y la "República con derecho al agua", en el marco de los 100 Compromisos para el Segundo Piso de la Cuarta Transformación, así como los 10 principios de la Política Ecológica y Ambiental Humanista.***

En este sentido, para avanzar en el diseño, implementación y evaluación de la política ambiental del país, el programa busca articularse en ámbitos como:
1.- Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas.
2.- Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales, con enfoque interdisciplinario, intersectorial y con la participación de comunidades locales, indígenas y afromexicanas, basado en principios de igualdad, inclusión y justicia ambiental.
3.- Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad.
4.- Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.
5.- Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental, respaldada por una cultura ambiental e información relevante para la toma de decisiones, con enfoque territorial.

El Programa reconoce que el modelo de desarrollo que ha seguido México, es muy similar al del resto de los países del orbe, basado en una extracción intensiva de recursos naturales, en la sobreproducción de artículos de consumo y en una creciente generación de residuos que se disponen al aire, al suelo y al agua, lo que ha ocasionado una importante transformación y degradación del entorno natural que se manifiesta en desafíos críticos de magnitud

[1] *Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1058016/301_Programa_Sectorial_de_Medio_Ambiente_y_Recursos_Naturales_2025-2030.pdff*

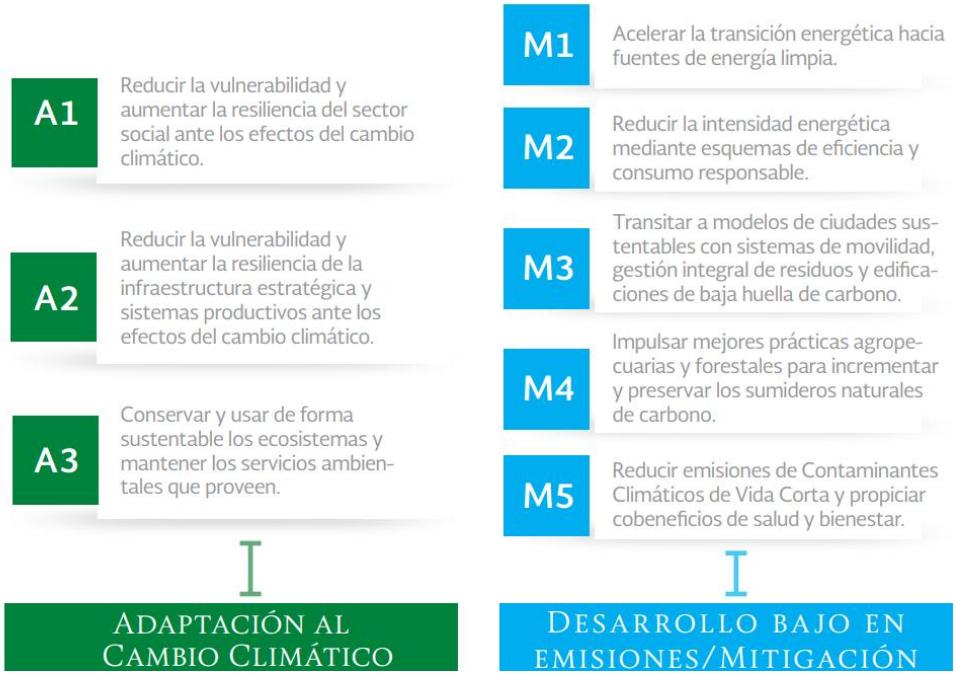
global como la crisis climática, la pérdida de la biodiversidad, altos niveles de contaminación del agua, el suelo y el aire, y una creciente escasez de recursos esenciales, como el agua. Estas problemáticas, reconocidas en el programa, demandan una reconsideración del enfoque económico actual con el fin de garantizar la sostenibilidad del planeta.

De esta manera, la SICT desarrollará las acciones pertinentes para contribuir con los objetivos del PROMARNAT, considerando prioritario para su conservación o transformación que el uso del territorio debe tomar en cuenta su vocación natural y el análisis profundo de las interrelaciones de todos los elementos del sistema socioambiental involucrado y que al final permitan maximizar los beneficios que puedan obtenerse y minimizar los efectos negativos que puedan desprenderse.

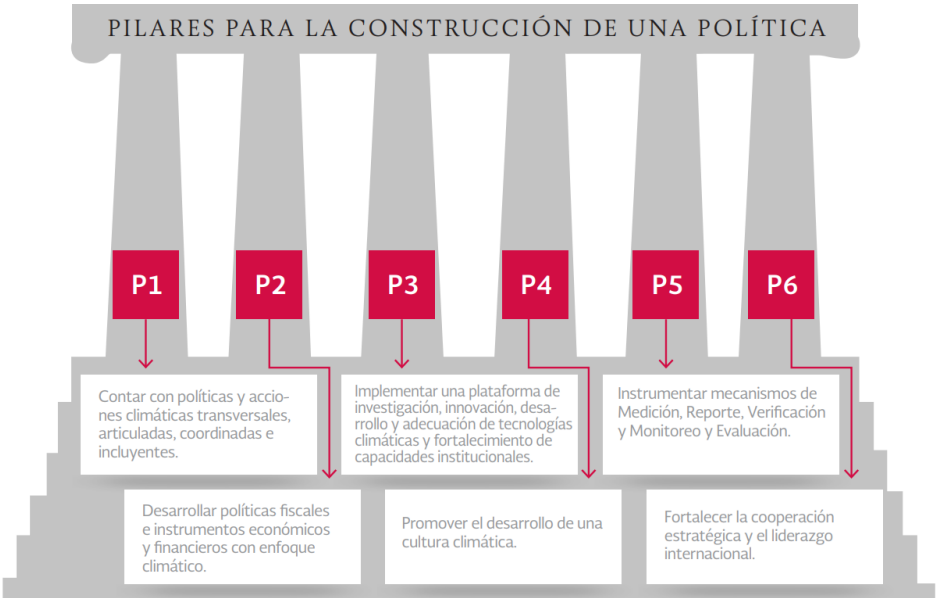
II.1.4. Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40[2]

La visión de largo plazo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático plantea que, al ser un instrumento rector, el país crezca "***de manera sostenible y promoverá el manejo sustentable y equitativo de sus recursos naturales, así como el uso de energías limpias y renovables que le permitan un desarrollo con bajas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. También aspira a que México se vuelva un país próspero, competitivo, socialmente incluyente y con responsabilidad global que genere empleos suficientes y bien remunerados para toda su población, en particular para la más vulnerable. Propone una nación socialmente equitativa, con una economía verde, con ecosistemas y poblaciones resilientes al cambio climático y con ciudades sustentables."***
Tiene como objetivo enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible en el entorno presente y futuro, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomentar la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad.
Los pilares de la Política Nacional de Cambio Climático se presentan a continuación.

Imagen II. 2 Pilares de la política Nacional de Cambio Climático.



[2] *Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf*



De estos pilares, el proyecto en cuestión se relaciona con el ***P1. Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes***. Las líneas de acción con las que se relaciona directamente son:

- **P1.5.** Promover el acceso de los particulares a la justicia ambiental y la reparación del daño ambiental in natura cuando sea posible, o bien la compensación en sitios prioritarios para cambio climático.
- **P1.8.** Implementar acciones de mitigación y adaptación intersectoriales mediante la coordinación y concurrencia entre dependencias y de éstas con las entidades públicas y privadas.

Por lo anterior, la SICT propone brindar cabal cumplimiento a los instrumentos de política de cambio climático de los tres órdenes de gobierno y coadyuvar con acciones de prevención y mitigación durante el desarrollo del proyecto, así como brindar información responsablemente a todo el personal sobre la importancia del cambio climático.

II.1.5. Convenio de la Diversidad Biológica (CDB)

El convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) es el primer tratado multilateral que aborda la biodiversidad como un asunto de importancia mundial, que demuestra la preocupación ante su deterioro y reconoce su importancia para la viabilidad de la vida en la Tierra y el bienestar humano. Entró en Vigor el 29 de diciembre de 1993 y sus objetivos son:

1. La conservación de la diversidad biológica;
2. El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica y;
3. La participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

En dicho convenio se establece en el Artículo 3. Principio:
De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y con los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental y la obligación de asegurar que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen al medio de otros estados y de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional.

Asimismo, manifiesta en el artículo 6. Medidas generales a los efectos de la conservación y la utilización sostenible.
Cada parte Contratante, con arreglo a sus condiciones y capacidades particulares:

a) *Elaborará estrategias, planes o programas nacionales para conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptará para ese fin las estrategias, planes o programas existentes, que habrán de reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el presente Convenio y que sean pertinentes para la Parte Contratante interesada y*
b) *Integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.*

Adicionalmente, se manifiesta en el Artículo 10. Utilización sostenible de los componentes de la diversidad biológica:
Cada parte contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

A) *Integrará el examen de la conservación y la utilización sostenible de los recursos biológicos en los procesos nacionales de adopción de decisiones;*
B) *Adoptará medidas relativas a la utilización de los recursos biológicos para evitar o reducir al mínimo los efectos adversos para la diversidad biológica;*
C) *Protegerá y alentará la utilización consuetudinaria de los recursos biológicos, de conformidad con las prácticas culturales tradicionales que sean compatibles con las exigencias de la conservación o de la utilización sostenible;*
D) *Prestará ayuda a las poblaciones locales para preparar y aplicar medidas correctivas en las zonas degradadas donde la diversidad biológica se ha reducido; y*
E) *Fomentará la cooperación entre sus autoridades gubernamentales y su sector privado en la elaboración de métodos para la utilización sostenible de los recursos biológicos.*

Por otro lado, establece en su Artículo 11. Incentivos:
Cada parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, adoptará medidas económicas y socialmente idóneas que actúen como incentivos para la conservación y la utilización sostenible de los componentes de la diversidad biológica.

Por lo anterior, el desarrollo de este proyecto se relacionará indirectamente ya que el Convenio no refiere concretamente al desarrollo de obras viales como puentes, sin embargo, en él se destaca la necesidad de desarrollar proyectos que cumplan en su totalidad los lineamientos establecidos por el Estado, que se desarrollen con enfoque sustentable, que favorezcan las necesidades de desarrollo social y brinden acciones de protección y conservación de la biodiversidad por lo que, la SICT se apegará cabalmente a lo establecido en la política ambiental del país y no perjudicarán a zonas situadas fuera de la jurisdicción nacional. Asimismo, obedecerá y favorecerá el cumplimiento del Convenio, mejorando las condiciones actuales de la región, brindando beneficios a la población municipal y desarrollará acciones de protección, conservación, mitigación y restauración para disminuir los impactos a generar.

II.1.6. Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2022-2028 Oaxaca

El Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028 publicado por el Gobierno del Estado, es el instrumento rector de la Planeación Estatal en el corto, mediano y largo plazo. Tiene como objetivo contar con una herramienta de planeación que permita facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución, monitoreo y evaluación de programas y proyectos. Se encuentra estructurado en cinco ejes rectores y cuatro Ejes Transversales:

- **Eje I:** Estado de Bienestar para todas las oaxaqueñas y los oaxaqueños.
- **Eje II:** Gobierno Honesto, cercano y transparente al servicio de los pueblos y comunidades.
- **Eje III:** Seguridad y justicia para vivir en paz.
- **Eje IV:** Crecimiento y desarrollo económico para las ocho regiones
- **Eje V:** Infraestructura y servicios públicos para el desarrollo de Oaxaca.

Ejes Transversales:

- **Eje Transversal 1:** Igualdad de Género
- **Eje Transversal 2:** Desarrollo Sostenible y Cambio Climático
- **Eje Transversal 3:** Interculturalidad
- **Eje Transversal 4:** Niñas, niños y adolescentes.

De estos, el proyecto en cuestión se relaciona con el *Eje V. Infraestructura y servicios públicos para el desarrollo* de Oaxaca dado que el estado enfrenta grandes retos y desafíos ante la falta de atención que durante décadas han sufrido las comunidades y la población más vulnerable, provocando rezago, marginación y pobreza. Por ello, establecen como objetivo impulsar la transformación que termine con la historia de abandono de Oaxaca y siente las bases para el bienestar, desarrollo y justicia en las comunidades.

Asimismo, el PED establece que la *planeación e implementación de las infraestructuras y los servicios públicos se realizará contando con la participación amplia de la sociedad y de los actores relevantes del sector, a través de consejos consultivos ciudadanos y la captación en el territorio de la demanda social procedente de las comunidades y municipios; […]*
De gran importancia estratégica será el desarrollo de infraestructura vial, tanto de los grandes ejes carreteros para conectar las regiones entre sí y con el resto del país, como de los caminos a las cabeceras municipales y de estas a las agencias y demás centros de población.

En este sentido, *la infraestructura en comunicaciones es un importante elemento en la estructura de los territorios nacionales, estatales, regionales, municipales y locales, ya que es determinante en el desarrollo económico y social de la población.*
El aislamiento geográfico, originado por la ausencia o mala condición de las vías de comunicación; ocasiona una mayor dificultad para el desarrollo de actividades comerciales, el abastecimiento de productos básicos de consumo, el acceso a servicios públicos, y en consecuencia incide en los niveles de pobreza y marginación.

Adicionalmente y acorde a los datos presentados en el PED, la red carretera actualmente presenta condiciones que oscilan entre regulares y malas, lo que impiden la accesibilidad y conectividad terrestre hacia las diferentes regiones del estado, por lo que, el proyecto de: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.,** se relaciona con la directriz del Gobierno Federal, objetivos y estrategias:

Objetivo 5.2.
Fortalecer la infraestructura vial a cabeceras, agencias y localidades de los municipios del estado de Oaxaca.

- **Estrategia 5.2.1**

Intervenir caminos rurales a cabeceras, agencias y localidades de los municipios del estado de Oaxaca.

Líneas de acción
5.2.1.1 Construir, ampliar y reconstruir caminos rurales.
5.2.1.2 Impulsar la rehabilitación, conservación y mejora de los caminos rurales.
5.2.1.3 Fortalecer la infraestructura de puentes vehiculares.

- **Estrategia 5.2.2.**

Intervenir carreteras alimentadoras del estado.

Líneas de acción
5.2.2.1 Realizar obras de construcción, ampliación y reconstrucción de carreteras alimentadoras.
5.2.2.2 Mantener la infraestructura vial en buenas condiciones de carreteras alimentadoras.
5.2.2.3 Implementar obras de construcción, ampliación, reconstrucción, rehabilitación, conservación, mejoramiento y mantenimiento de puentes vehiculares en carreteras alimentadoras.

Dada su importancia, la SICT dará cabal cumplimiento al objetivo y planteamiento de mejorar las condiciones de infraestructura existente en el municipio, así como generar acciones de sustentabilidad, por lo que propone implementar diversas medidas preventivas y mitigantes para el desarrollo del proyecto. De esta manera se busca construir un puente que conecte a diferentes localidades como Santa María de las Nieves Monteverde, La Reforma y San Antonino Monte Verde con la finalidad de proveer una vía eficiente y segura que permita el traslado de la población y que incremente la dinámica social y económica; asimismo, traerá consigo un incremento en la producción, al mejorar las condiciones de accesibilidad, a la zona de influencia y con ello la posibilidad de contar con asistencia técnica, utilización de mejores insumos que le permitan lograr el incremento de la producción requerida y con bajos niveles de impacto ambiental.
Por lo anterior se considera que el proyecto se ajusta con los objetivos, estrategias y proyectos contemplados dentro del PED 2022-2028.

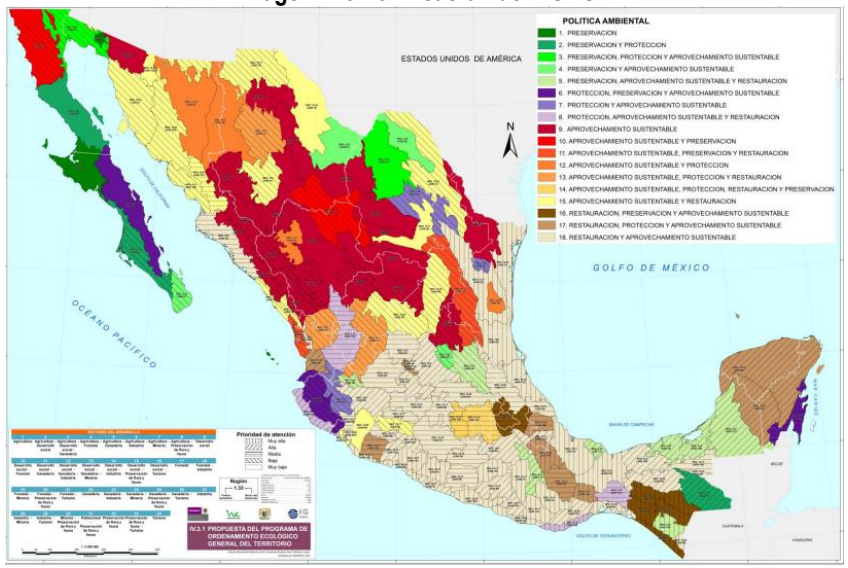
II.1.7. Plan Municipal de Desarrollo de San Antonino Monte Verde, Oaxaca.

Actualmente el Plan Municipal de Desarrollo (PMD) vigente para el municipio de San Antonino Monte Verde no se encuentra disponible para consulta al público. No obstante, de publicarse el PMD durante la evaluación del presente proyecto o durante alguna etapa de construcción del puente, la SICT se compromete a apegarse cabalmente a las disposiciones establecidas por el gobierno estatal y municipal.

II.2 Vinculación con Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio

II.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Imagen II. 3 Zonificación del POEGT



Fuente: POEGT, 2012

A nivel nacional se encuentra aplicable el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de septiembre de 2012, acorde a su artículo 2 y en términos del Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Ordenamiento Ecológico; corresponde a un instrumento de planeación y ordenación territorial de primer piso, que sienta las bases para la Regionalización ecológica a nivel nacional y dispone el marco principal de los lineamientos y de las estrategias ecológicas.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene sustento legal en la LGEEPA y su Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPAOE). Es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

La base para la regionalización ecológica del POEGT, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. A cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

De acuerdo con la localización geográfica del proyecto y conforme a la regionalización establecida en el POEGT se identificó que las obras y/o actividades que propone el proyecto se ubican en la Región Ecológica 18.17 en la UAB 72; denominada "Mixteca Alta". A continuación, se presentan las características de la UAB donde se inserta el proyecto.

Tabla II. 3 Estrategias aplicables para la Región Ecológica donde se inserta el proyecto.

Clave Región	UAB	Nombre	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Otros Sectores de Interés	Política Ambiental	Nivel de Atención Prioritaria	Estrategias
18.17	72	Mixteca Alta.	Forestal	Agricultura	Poblacional	Ganadería Minería Pueblos indígenas	Restauración y Aprovechamiento sustentable	Muy Alta	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44.

Tabla II. 4 Descripción de la Región Ecológica donde se inserta el proyecto.

Región Ecológica: 18.17	
	**Región Ecológica:** 18.17 Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 72. Mixteca Alta. **Localización:** 72. Centro-norte de Oaxaca. Estado Actual del Medio Ambiente 2008: **72. Crítico a Muy crítico. Conflicto Sectorial Muy Bajo.** Muy baja superficie de ANPs. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km^2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Déficit de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 86.6. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.

Fuente: POEGT, 2012

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. Dichas estrategias se encuentran definidas en tres grupos: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

En la siguiente tabla se detallan las estrategias de aplicables para la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) involucrada con el proyecto.

Tabla II. 5 Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica donde se inserta el proyecto.

Estrategias UAB 72	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable.	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales
C) Protección de los recursos naturales.	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración.	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis: Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) **Suelo urbano y vivienda**	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.
E) Desarrollo social.	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

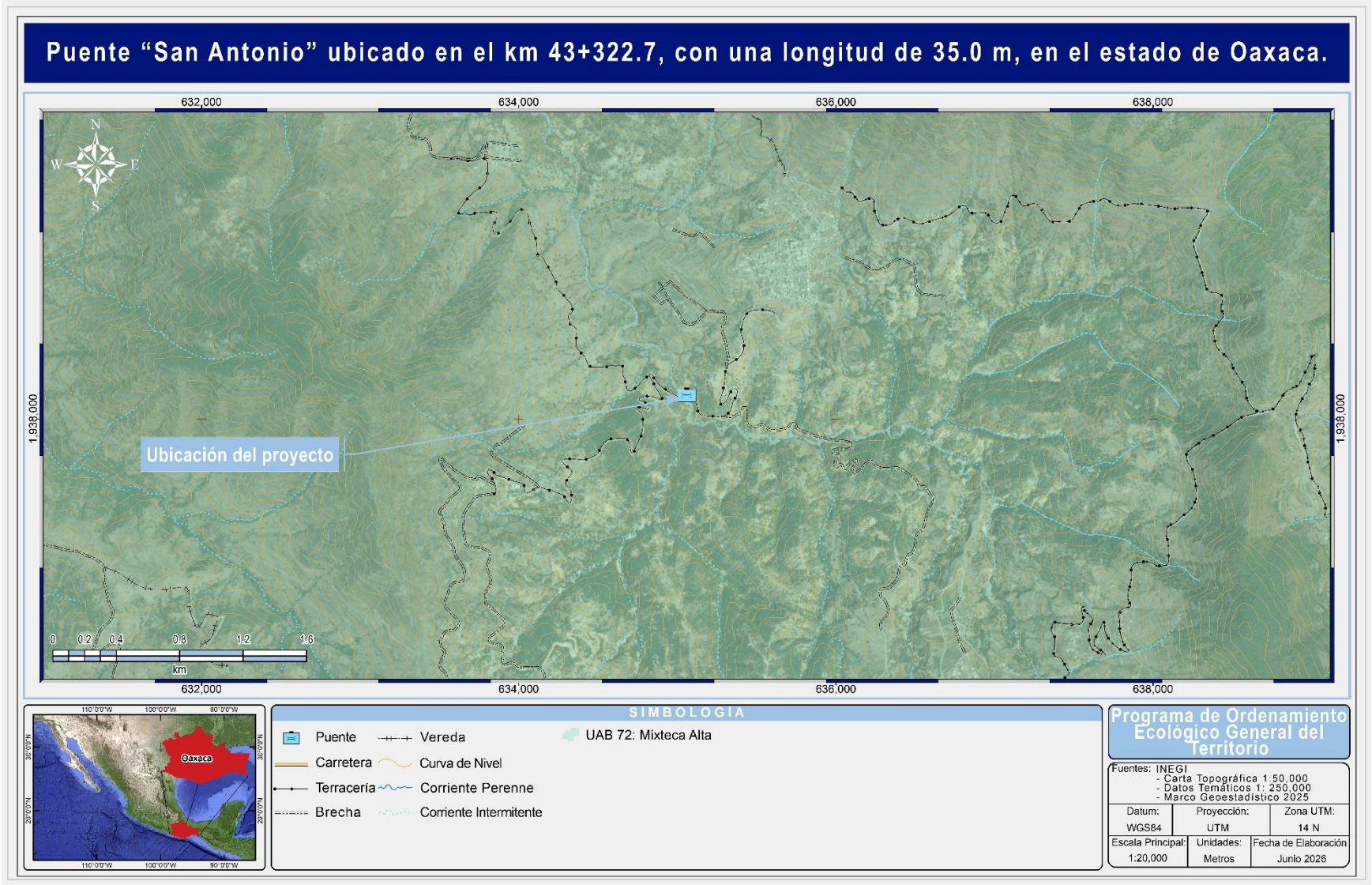
Estrategias UAB 72	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico.	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial.	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Para el POEGT se formularon 10 Lineamientos Ecológicos, a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberá promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

A continuación, se presenta la localización del proyecto con respecto a la delimitación establecida por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Imagen II. 4 Localización del proyecto con respecto al POEGT.



Fuente: Elaboración propia con datos POEGT

Tabla II. 6 Vinculación con las estrategias de la UAB 72.

Estrategias UAB	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable. 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	En cuanto a las estrategias del grupo I, si bien el proyecto no contempla ejecutar actividades de aprovechamiento de recursos naturales, pretende promover la conservación y protección de los recursos mediante la aplicación y ejecución de diversas acciones enmarcadas en la protección y restauración de los recursos naturales, dichas acciones se describen subsecuentemente en el presente documento, sin embargo, es importante mencionar que las medidas propuestas se encuentran principalmente orientadas a la protección y prevención de la contaminación de recursos sensibles como suelo, agua, flora y fauna. El objetivo primordial de las acciones propuestas es prevenir la erosión, proteger la calidad de agua, promover la protección y conservación de flora y fauna, así como mantener los servicios ambientales. Algunas de las medidas propuestas son: • Se ejecutará un plan integral de manejo de residuos sólidos. • Para evitar la generación de basura en el área de tiro se ubicarán contenedores para que el personal de operación, se prohíbe terminantemente verter desechos al suelo o cuerpo de agua. • La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos utilizados, • Capacitar al personal sobre la importancia y conservación de los recursos naturales. • Prohibir la extracción de flora silvestre • Deberán evitarse excavaciones y remociones de suelo innecesarias. • Los árboles cercanos a la ruta del puente y sus accesos serán marcados para que no sean afectados. • Llevar a cabo recorridos con el propósito de ahuyentar la fauna nativa y natural para evitar su afectación. Con la aplicación de las medidas de mitigación descritas subsecuentemente en este documento, se busca asegurar la viabilidad ambiental del proyecto y de igual manera dar cumplimiento a las estrategias del grupo I.
C) Protección de los recursos naturales. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de bio fertilizantes	
D) Restauración. 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas	
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 Bis: Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda. 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El proyecto en cuestión mejorará las condiciones del entorno regional y principalmente mejorará las condiciones de conectividad municipal de San Antonino Monteverde, con lo cual se fortalecerá el patrimonio estatal por las acciones de protección y conservación del área.
b) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias. 25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	Considerando que la mayoría de la superficie del estado de Oaxaca es eminentemente rural, es innegable que la dotación de servicios y producción depende en buena medida de la infraestructura carretera. Bajo este indicador, el estado cuenta con diversas actividades económicas importantes que contribuyen al crecimiento agrícola, ganadero y

Estrategias UAB	Vinculación
E) Desarrollo Social 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	turístico a nivel local, regional y nacional. Derivado de lo anterior y con relación en las estrategias del grupo II, el proyecto pretende la construcción de un puente en una región donde se busca: • Garantizar la seguridad de los usuarios. • Incentivar el crecimiento económico. • Mejorar la transitabilidad en el traslado de productos Con base en esto se puede establecer que el proyecto se alinea con las estrategias relacionadas con A) Suelo urbano y vivienda, B) Zonas de riesgo, C) Agua y saneamiento y prevención de contingencias, D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional y E) Desarrollo Social, toda vez que, se prevé que con la inserción del proyecto, se promueva e incentive una mejora en la dinámica económica y social, dando además una mayor seguridad y accesibilidad a las comunidades rurales con alto grado de rezago y carencia de infraestructura de calidad, ya que de acuerdo con Torreblanca (2008) la infraestructura tanto incrementa el crecimiento y reduce la desigualdad en el ingreso implica que el desarrollo de infraestructura puede ser un ingrediente clave en la reducción de la pobreza. Finalmente, en la promoción del desarrollo económico de la región se buscará a emplear e integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico. 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Por su parte las estrategias del grupo III, con el presente proyecto se pretende ayudar en el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad con el fin de impulsar proyectos productivos y que faciliten las actividades económicas de la región.
B) Planeación del ordenamiento territorial. 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

Con relación a los lineamientos ecológicos generales establecidos en el POEGT se tiene que el proyecto se puede relacionar solamente con cuatro de ellos, mismos que se vinculan a continuación:

Tabla II. 7 Vinculación con los lineamientos del POEGT.

Lineamiento	Vinculación
1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.	Tomando en cuenta que el proyecto refiere a la construcción de un puente y que dicho proyecto será presentado para su revisión y autorización ante las autoridades competentes se prevé que la ejecución del proyecto no ponga en riesgo el equilibrio ecológico y la dinámica ecosistémica del sitio, aunado a esto se proponen diversas medidas de mitigación para asegurar la viabilidad ambiental de este, dichas medidas son desglosadas y descritas posteriormente y son propuestas tomando siempre en cuenta el cumplimiento la normatividad aplicable.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.	La evaluación y determinación de la factibilidad del proyecto en materia de impacto ambiental corresponde a la SEMARNAT y deberá ajustarse a la normatividad a cargo del Gobierno del Estado de Oaxaca.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.	Con el objetivo de preservar la flora y la fauna se proponen acciones de marcaje de individuos y delimitación de las zonas de trabajo para evitar daños a la flora que pueda existir. Asimismo, no se requerirá suelo y se prevén afectaciones mínimas a la vegetación. Con respecto a la fauna dentro de las medidas previstas se contempla el ahuyentamiento constante, así como implementar reglamentos que promuevan el cuidado y respeto a los recursos naturales. Dichas medidas se describen a conciencia subsecuentemente presente documento.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento y la naturaleza del proyecto, no corresponde a este sector.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento y la naturaleza del proyecto, no corresponde a este sector.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento y la naturaleza del proyecto, no corresponde a este sector.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.	El promovente no cuenta con las facultades para desarrollar las acciones mencionadas en el presente lineamiento y la naturaleza del proyecto, no corresponde a este sector.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las	Al tratarse de un proyecto en donde se contempla la construcción de un puente, se prevé que los impactos sean de extensión y severidad baja dado que no se requerirá una superficie para Cambio de Uso de Suelo. Asimismo, el diseño y construcción de las obras que se consideran en la descripción del

Lineamiento	Vinculación
políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	proyecto, se hicieron con enfoque sustentable y en observancia a este lineamiento en la medida de evidenciar la viabilidad ambiental y factibilidad técnica. Además, mediante la correcta aplicación de las medidas de mitigación propuestas se busca minimizar en medida de lo posible los impactos que se pudieran generar durante las etapas del proyecto. Con base en lo anterior, se concluye que el proyecto no se contrapone a este lineamiento.

II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca[3]

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio Estado de Oaxaca vigente, fue publicado el 27 de febrero de 2016, tiene como objetivo: a) Asegurar que el aprovechamiento de los elementos naturales se realice de manera integral; b) Ordenar la ubicación de las actividades productivas y de servicios de acuerdo con las características de cada ecosistema o región, la ubicación y condición socioeconómica de la población; c) Establecer las políticas de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y e) Favorecer los usos del suelo con menor impacto adverso ambiental y beneficio a la población, sobre cualquier otro uso.

El POERTEO se compone de 55 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales tienen asignadas conflictos, lineamientos, criterios de regulación ecológica que dictan la dirección de las actividades que se pretendan realizar dentro de la misma y comentarios.

Presentan la siguiente distribución:

- **26 UGAS** están definidas con estatus de Aprovechamiento Sustentable (47%), espacialmente representan el 67 79 por ciento del total del territorio del estado.
- **14 UGAS** están definidas con estatus de Conservación con aprovechamiento (25%), espacialmente representan el 9.34 por ciento del total del territorio del estado.
- **13 UGAS** están definidas con estatus de Restauración con aprovechamiento (24%), espacialmente representan el 4.10 por ciento del total del territorio del estado.
- **2 UGAS** están definidas con estatus de Protección (4%). espacialmente representan el 18.78 por ciento del total del territorio del estado.

Dispone estrategias específicas y generales, con criterios de regulación ecológica que refiere a aspectos generales o específicos que norman los diversos usos de suelo en el área de ordenamiento e incluso de manera específica a nivel de las distintas Unidades de Gestión Ambiental (UGA).

En la siguiente Imagen se muestra la sobreposición de la Región Ecológica con respecto de la UGA 005 del POERTEO, 2016 y las características de las relacionadas con el desarrollo del proyecto (Ver siguientes Tablas). Se observa que la política aplicable a esta es de Aprovechamiento Sustentable.

Tabla II. 8 Características de la Unidad de Gestión Ambiental 005.

UGA 005			Política: Aprovechamiento Sustentable		
Superficie	259,591 Ha	**Población**	78,661	**Regiones**	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Riesgo	Medio	**Biodiversidad**	Alta	**Presión**	Medio
Cobertura: Agricultura 37.23%, Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 0.68%, Bosque de Coníferas y Latifoliadas 6.66%, Bosque de Encino 2.21%; Bosque Mesófilo de Montaña 0.69%; Cuerpo de Agua 0.49%; Matorral Xerófilo 0.42%. Pastizal 41.31%, Selva Caducifolia y Subcaducifolia 2.40%, Selva Perennifolia y Subperennifolla 1.19% Sin vegetación aparente 3.60%; Vegetación Acuática 3.11%			**Aptitud:** Uso Recomendado: S4 (Asentamientos Humanos), S10 (Minería), Uso Condicionado: S2 (Agrícola), S8 (Ganadero), S7 (Forestal), S9 (Industria), S9(E) (Industria – Energías alternativas). Uso No recomendado: S3 (Apícola), S6 (Ecoturismo), S11 (Turismo). Sin Aptitud: S1 (Acuícola).		
Conflictos			S4-S10 (Asentamientos humanos-Minería), S4-S8 (Asentamientos humanos Ganadero), S4-S7 (Asentamientos humanos-Forestal), S4-S2 (Asentamientos humanos-Agrícola), S10-S2 (Minería-Agrícola), S10-S8 (Minería-Ganadero), S10-S7 (Minería-Forestal), S2-S8 (Agrícola-Ganadero), S2-S7 (Agrícola-Forestal), S2-S9 (Agrícola-Industrial), S8-S7 (Ganadero-Forestal), S8-S9 (Ganadero-Industrial).		

[3] *Disponible en: http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/poet/2020/decreto_poerteo_160227.pdf*

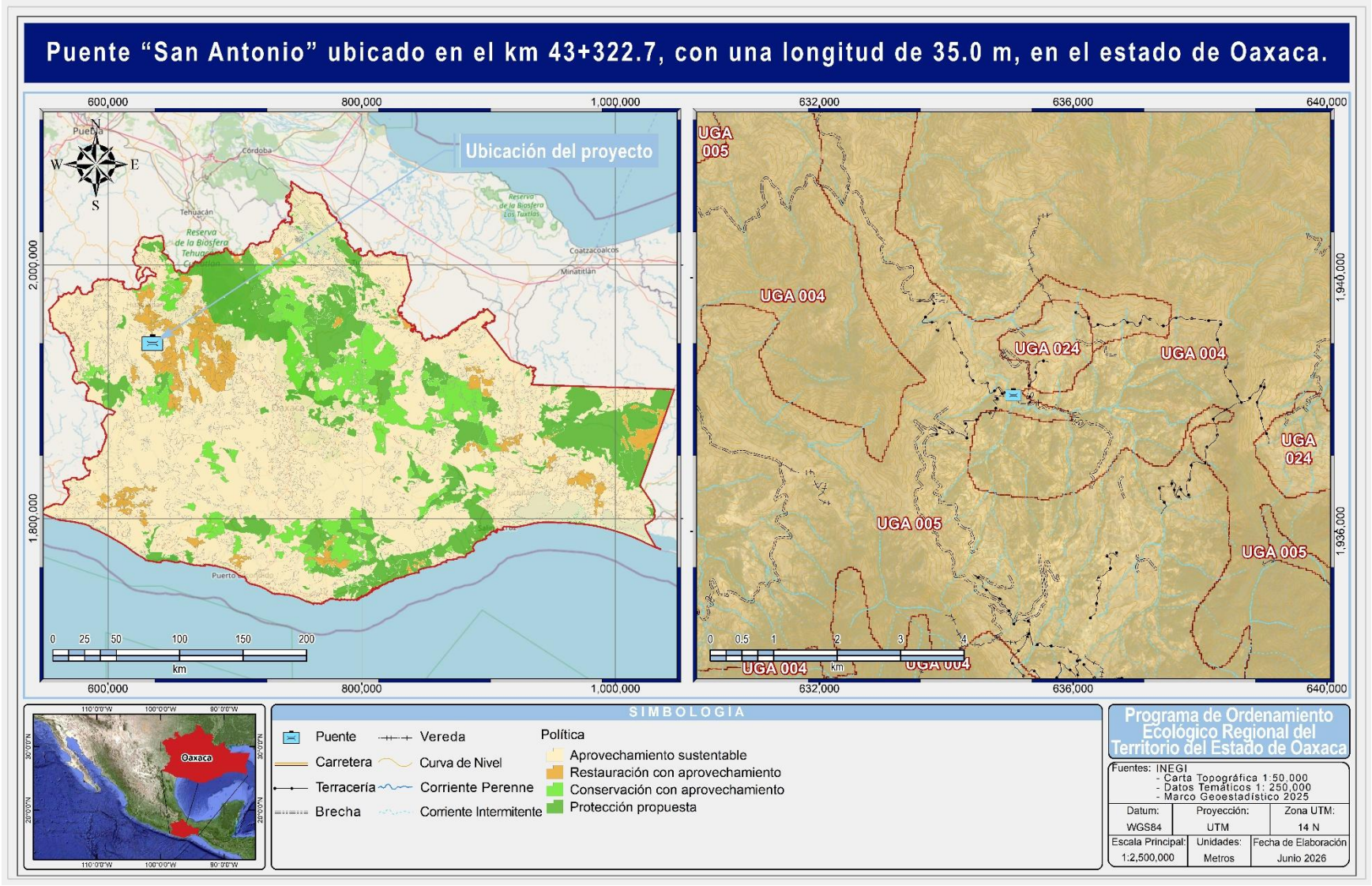
UGA 005	Política: Aprovechamiento Sustentable
Lineamiento	Aprovechar las 213,228 ha para el desarrollo de asentamientos humanos y del sector secundario, así como las áreas altamente productivas en que se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas, mejorando los procesos de producción y llevar a cabo un manejo forestal integral de las 35,901 ha de bosques y selvas, buscando mantener un equilibrio entre desarrollo y conservación del área.
CRE	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-023, C-024, C-025, C-026, C-027, C-028, C-029, C-031, C-032, C-033, C-039, C-043, C-044, C-045, C-046, C-047, C-048.
Comentarios	El sector agrícola que se encuentra condicionado tiene riesgo de inundación en las regiones del Istmo, Mixteca (asociadas principalmente a zonas urbanas), Sierra Sur (asociada a márgenes de ríos) y Valles Centrales.

Acorde con las características y políticas aplicables, les corresponden acciones de aprovechamiento sustentable. En este sentido, aun cuando no corresponden a este tipo de actividades el desarrollo del proyecto, se ejecutarán actividades que garanticen la protección y conservación de las especies biológicas buscando la protección de especies de vegetación primaria y secundaria, y favoreciendo su recuperación.

Se garantizará la conectividad ecosistémica y se garantizará la protección del derecho de vía que no corresponda a la zona de rodamiento, por lo que se realizarán acciones de reforestación para mantener cobertura vegetal sobre el derecho de Vía.

Finalmente, se realizarán acciones de protección a las márgenes con el fin de proteger la vegetación existente.

Imagen II. 5 Localización del proyecto con respecto al POERTEO.



Fuente: Elaboración propia con datos del POERTEO.

Por otro lado, en los Lineamientos establecidos, se manifiesta que las UGAs son áreas de aprovechamiento sustentable y dotación de infraestructura acorde a las necesidades de los centros de población y el territorio. En este sentido, el proyecto no se contrapone dado que el puente a construir se desarrollará en una zona puntual y pretende dar un uso racional del suelo existente en la zona, que brinde beneficios al municipio y en general a todo el estado de Oaxaca.

Asimismo, dada la importancia ecológica con que cuenta la RE y el AIP, se diseñó el proyecto de manera que la afectación a estos ecosistemas sea mínima y se compensen las áreas afectadas del AIP, con la implementación de diferentes Programas (Anexos a este estudio de impacto ambiental). Igualmente, el Centro SICT Oaxaca somete a evaluación de la autoridad el presente proyecto que da cumplimiento normativo en materia de impacto ambiental a las disposiciones establecidas.

En la siguiente tabla se indican los criterios de regulación ecológica aplicables al proyecto, mismos que se transcribieron y posteriormente, se expone la vinculación y propuesta generada, para brindarle cumplimiento.

Estos criterios refieren a una serie de reglas o recomendaciones para poder realizar las diferentes actividades o usos compatibles, y establecen las condiciones para ciertos usos que necesitan tener limitaciones para no generar conflictos ambientales, mismos que se disponen según la aptitud territorial, por cada uso potencial para cada UGA.

Tabla II. 9 Vinculación del proyecto con los criterios establecidos para la UGA.

N.	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	Existe una corriente intermitente que será librada con la construcción del puente y será afectada temporalmente por las obras, no obstante, no se pretende modificar su ciclo hidrológico natural. Asimismo, se desarrollaron diferentes programas que permitirán mejorar las condiciones hídricas del AIP como son: → Programa de Rescate y Reubicación de Flora → Programa de Rescate y Reubicación de Fauna → Programa para ubicación y dimensiones de Pasos de Fauna → Programa de Restauración Forestal, de suelo y cuerpos hídricos. → Programa de Vigilancia Ambiental
C-014	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación	Existe una corriente intermitente que será librada con la construcción del puente y será afectada temporalmente por las obras, no obstante, no se pretende modificar su flujo y ciclo hidrológico natural. Asimismo, se desarrollaron diferentes programas que permitirán mejorar las condiciones hídricas del AIP como son: → Programa de Rescate y Reubicación de Flora → Programa de Rescate y Reubicación de Fauna → Programa para ubicación y dimensiones de Pasos de Fauna → Programa de Restauración Forestal, de suelo y cuerpos hídricos. → Programa de Vigilancia Ambiental En estos programas se consideran las acciones de prevención y mitigación por las actividades a desarrollar.
C-015	Mantener y conservar la vegetación Riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	Existe una corriente intermitente que será librada con la construcción del puente y será afectada temporalmente por las obras, no obstante, no se pretende modificar su flujo y ciclo hidrológico natural. Asimismo, se desarrollaron diferentes

N.	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
		programas que permitirán mejorar las condiciones hídricas del AIP como son: → Programa de Rescate y Reubicación de Flora → Programa de Rescate y Reubicación de Fauna → Programa para ubicación y dimensiones de Pasos de Fauna → Programa de Restauración Forestal, de suelo y cuerpos hídricos. → Programa de Vigilancia Ambiental En estos programas se consideran las acciones de prevención, mitigación por las actividades a desarrollar.
C-016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes	El proyecto en cuestión no se localiza sobre la costa por lo que no resulta aplicable este Criterio.
C-017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.	Dada la naturaleza del proyecto, su desarrollo no tendrá estos alcances y el promovente no cuenta con la facultad de desarrollar estas acciones.
C-023	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas cercanas a esteros y antiguos brazos o lechos secos de arroyos	La naturaleza del proyecto no considera actividades de desarrollos habitacionales, por lo que no resulta aplicable este criterio.
C-024	Los desarrollos habitacionales deberán establecerse a una distancia mínima de 5km de industrias con desechos peligrosos	La naturaleza del proyecto no considera actividades de desarrollos habitacionales, por lo que no resulta aplicable este criterio.
C-025	Se deberá tratar el agua residual de todas las localidades con más de 2500 habitantes de acuerdo al censo de población actual, mientras que, en las localidades con población menor a esta cifra, se buscará la incorporación de infraestructura adecuada para el correcto manejo de dichas aguas.	La naturaleza del proyecto no considera actividades de desarrollos habitacionales, por lo que no resulta aplicable este criterio.
C-026	Todos los asentamientos humanos, viviendas, establecimientos comerciales, industriales y de sentidos, en tanto no cuenten con sistema de drenaje sanitario deberán conducir sus aguas residuales hacia fosas sépticas que cumplan con los requisitos previstos en las disposiciones legales en la materia. Para asentamientos rurales dispersos, deberán usar tecnologías alternativas que cumplan con la normatividad ambiental aplicable.	La naturaleza del proyecto no considera actividades de desarrollos habitacionales, por lo que no resulta aplicable este criterio.
C-027	Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas con acuíferos sobreexplotados	La naturaleza del proyecto no considera actividades de desarrollos habitacionales, por lo que no resulta aplicable este criterio.
C-028	Se evitará el establecimiento de asentamientos humanos dentro de tiraderos, rellenos sanitarios y todo lugar que contenga desechos sólidos urbanos.	La naturaleza del proyecto no considera el establecimiento de asentamientos humanos, por lo que no resulta aplicable este criterio.
C-029	Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos,	El Centro SICT Oaxaca se asegurará del cumplimiento de este criterio, de la LGGPIR y de la ley residuos estatal.

N.	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
	lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	El material producto del despalme se empleará en acciones de reforestación y para otro tipo de materiales como los residuos sólidos urbanos que se generen, se instalarán contenedores de 200 litros de capacidad, de tal manera que estos se entreguen al servicio público de limpia municipal o un prestador de servicios acreditado para la recolección y disposición final en sitios autorizados.
C-031	Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento, deberé cumplir con los criterios establecidos por Protección civil	El proyecto se localiza en zona de riesgo medio, por lo que no resulta aplicable el presente criterio. No obstante, se contará con un Programa específico de Protección Civil para todas las etapas y actividades a desarrollar en la obra con la finalidad de brindar seguridad al personal, al área del proyecto y al medio.
C-032	En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación (ver mapas de riesgos) no se recomienda la construcción de desarrollos habitacionales o turísticos	La naturaleza del proyecto no considera la construcción de desarrollos habitaciones y/o turísticos por lo que no resulta aplicable este criterio.
C-033	Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural (ver mapa de riesgos de inundación del POERTEO).	El diseño del proyecto incluye obras de drenaje que no interrumpan el flujo del agua, evitarán su represamiento y disminuirán los riesgos a inundaciones. De igual forma, se desarrollaron diferentes programas que permitirán mejorar las condiciones hídricas del AIP como son: → Programa de Rescate y Reubicación de Flora → Programa de Rescate y Reubicación de Fauna → Programa para ubicación y dimensiones de Pasos de Fauna → Programa de Restauración Forestal, de suelo y cuerpos hídricos. → Programa de Vigilancia Ambiental
C-039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	No corresponde a la SICT regular la explotación de encinos y productos maderables por lo que no resulta aplicable este criterio.
C-043	Los hatos de ganadería intensiva se deberán mantener a una distancia mínima de 500 metros de cuerpos y/o afluentes de agua.	La naturaleza del proyecto no considera desarrollar actividades ganaderas, por lo que no resulta aplicable este criterio.
C-044	El uso de productos químicos para el control de plagas en ganado deberá hacerse de manera controlada, con dosis óptimas y alejado de afluentes o cuerpos de agua	La naturaleza del proyecto no considera desarrollar actividades de control de plagas, por lo que no resulta aplicable este criterio.
C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	A fin de garantizar el cumplimiento de este artículo, el Centro SICT Oaxaca desarrolló el Programa de Vigilancia Ambiental, donde se incluyen buenas prácticas a desarrollar durante las etapas del proyecto en concordancia con la Ley General de Prevención y Gestión de Residuos Sólidos. Por otro lado, se tomarán todas las precauciones para impedir que se genere un problema de contaminación del suelo. Entre las principales medidas a implementar, estará la instalación de contenedores de 200 litros de capacidad, para la adecuada separación, depósito y manejo de los residuos sólidos urbanos que se generen, de tal manera que estos se entreguen al servicio público de limpia municipal o un prestador de servicios acreditado para la recolección y disposición final en sitios autorizados.

N.	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación
		No obstante, de existir algún tipo de contaminación al suelo, se desarrollarán los programas y medidas necesarios, conforme a la normatividad ambiental aplicable.
C-047	Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno.	La naturaleza del proyecto no considera la instalación de generadores eólicos, por lo que no resulta aplicable este criterio. No obstante, se realizarán acciones preventivas y mitigantes para reparar los efectos negativos generados por el proyecto.
C-048	Se recomienda solo otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento, o preferentemente se deberá remplazar el uso de explosivos por cemento expansivo o corte con hilo diamantado en la actividad minera, cuando se trate de rocas dimensionables.	La naturaleza del proyecto no considera desarrollar actividades de mineras, por lo que no resulta aplicable este criterio.

Conforme al análisis anterior, se observa que de los Criterios de Regulación Ecológica ninguno de estos, se contrapone al desarrollo de la obra, y se proponen diferentes formas de garantizar su cumplimiento. Asimismo, la SICT de Oaxaca manejará una política ambiental que implicará que en las cláusulas de los contratistas se establezcan medidas que garanticen vigilancia y monitoreo que satisfagan los criterios y las propuestas expuestas.

II.3 Vinculación con Áreas Naturales Protegidas u otras zonificaciones prioritarias para la conservación (RTP y/o RHP), o la relativas a la regulación del Uso del Suelo Urbano (PDU).

II.3.1. Áreas Naturales Protegidas

Las áreas naturales protegidas son lugares que preservan los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas, así como los ecosistemas frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos y la conservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y de los servicios ambientales, de los cuales dependemos y formamos parte los seres humanos. Estos incluyen, el abasto de agua, el control de la erosión, la reducción del riesgo de inundaciones y la captura del bióxido de carbono, entre muchos otros servicios que recibimos de la naturaleza pero que estamos perdiendo al alterarla.
Las ANPs son definidas por la legislación federal como zonas del territorio nacional en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen de protección de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2007).

Teniendo como conocimiento, que las Áreas Naturales Protegidas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley, específicamente con las disposiciones del Título Segundo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA) sobre Biodiversidad y su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas (ANPs), específicamente en lo que se establece en el artículo 44, en el que se dispone la zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en los que los ambientes originales no han sido significa mente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas, quedaran sujetas al régimen previsto en la Ley y los demás ordenamientos aplicables.

II.3.1.1. Áreas Naturales Protegidas Federales

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son superficies del territorio dedicadas a conservar los ecosistemas más relevantes y representativos en una región, proteger la flora y fauna, asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y mantener diversos servicios ambientales de los cuales depende el ser humano, tales como alimento, abasto de agua, captura de carbono, entre muchos otros beneficios.

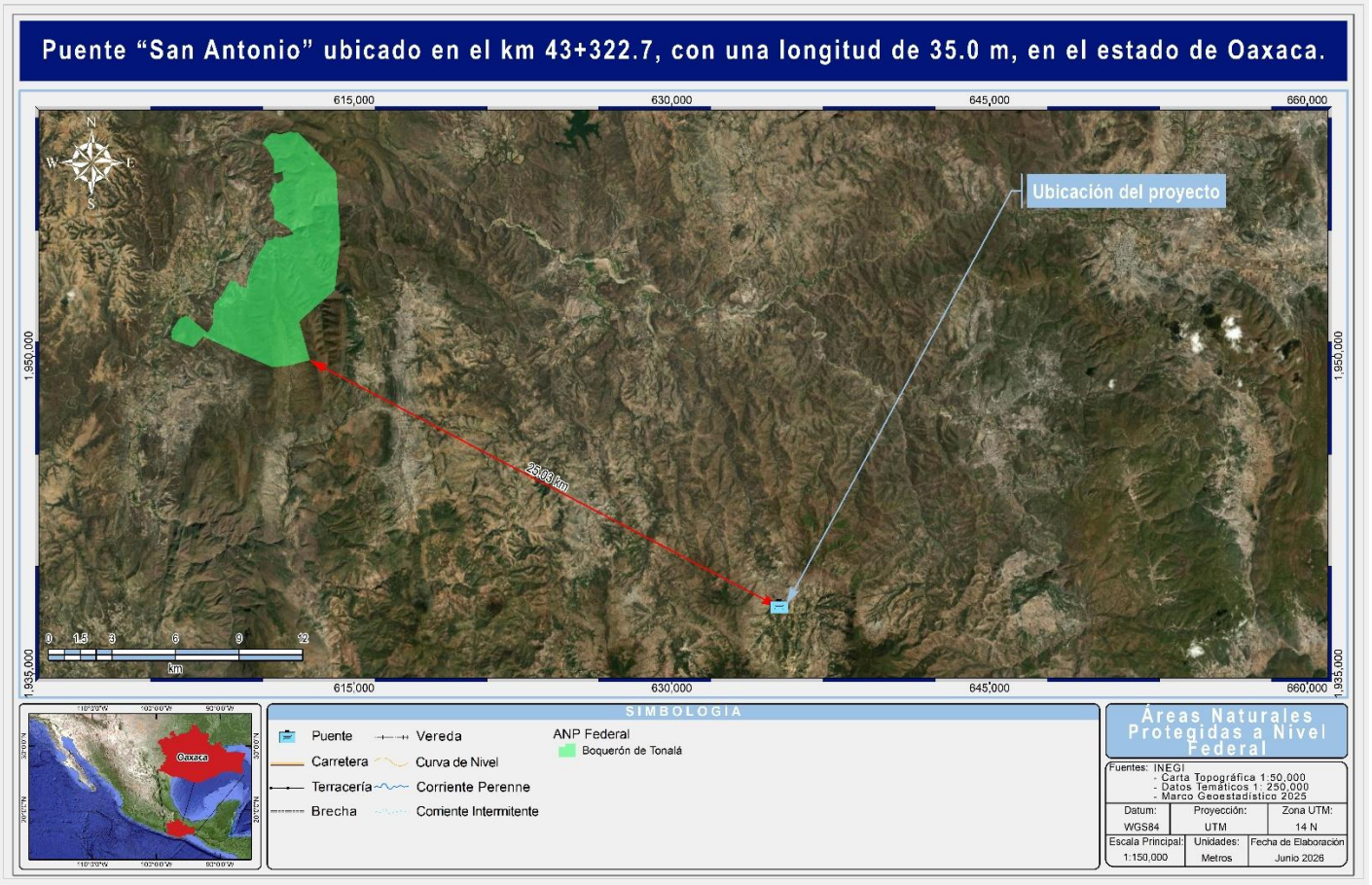
En la siguiente tabla se listan las áreas naturales decretadas en el estado de Oaxaca.

Tabla II. 10 ANPs del estado de Oaxaca.

No.	Nombre	Categoría de Manejo	Región	Superficie	Primer Decreto	Última Publicación de Decreto
1	Lagunas de Chacahua	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	14,896.07	09/07/1937	09/07/1937
2	Benito Juárez	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	2,591.52	30/12/1937	30/12/1937
3	Playa Chacahua	Santuario	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	545.63	29/10/1986	24/12/2022
4	Playa Escobilla	Santuario	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	263.13	29/10/1986	24/12/2022
5	Huatulco	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	11,890.98	24/07/1998	24/07/1998
6	Tehuacán-Cuicatlán	Reserva de la Biósfera	Centro y Eje Neovolcánico	490,186.88	18/09/1998	18/09/1998
7	Yagul	Monumento Natural	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	1,076.06	24/05/1999	24/05/1999
8	Boquerón de Tonalá	Área de Protección de Flora y Fauna	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	3,912.32	22/09/2008	22/09/2008
9	Bajos de Coyula	Área de Protección de Flora y Fauna	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	1,923.15	15/08/2023	15/08/2023
10	Huatulco II	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	2,237.95	15/08/2023	15/08/2023
11	Ricardo Flores Magón	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	1,812.60	16/08/2023	15/08/2023
12	Barra de la Cruz-Playa Grande	Santuario	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	56.19	08/01/2024	08/01/2024
13	Playa Morro Ayuta	Santuario	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	90.69	08/01/2024	08/01/2024
14	Playa Cahuitan	Santuario	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	261.08	08/01/2024	08/01/2024
15	Tangolunda	Parque Nacional	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	110.33	26/02/2024	26/02/2024
16	Bajos de Coyula II	Área de Protección de Flora y Fauna	Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	2,633.49	26/09/2024	26/09/2024

Fuente: CONANP,2025

Imagen II. 6 Localización del proyecto con respecto a ANP Federales.



Fuente: Elaboración propia

Vinculación

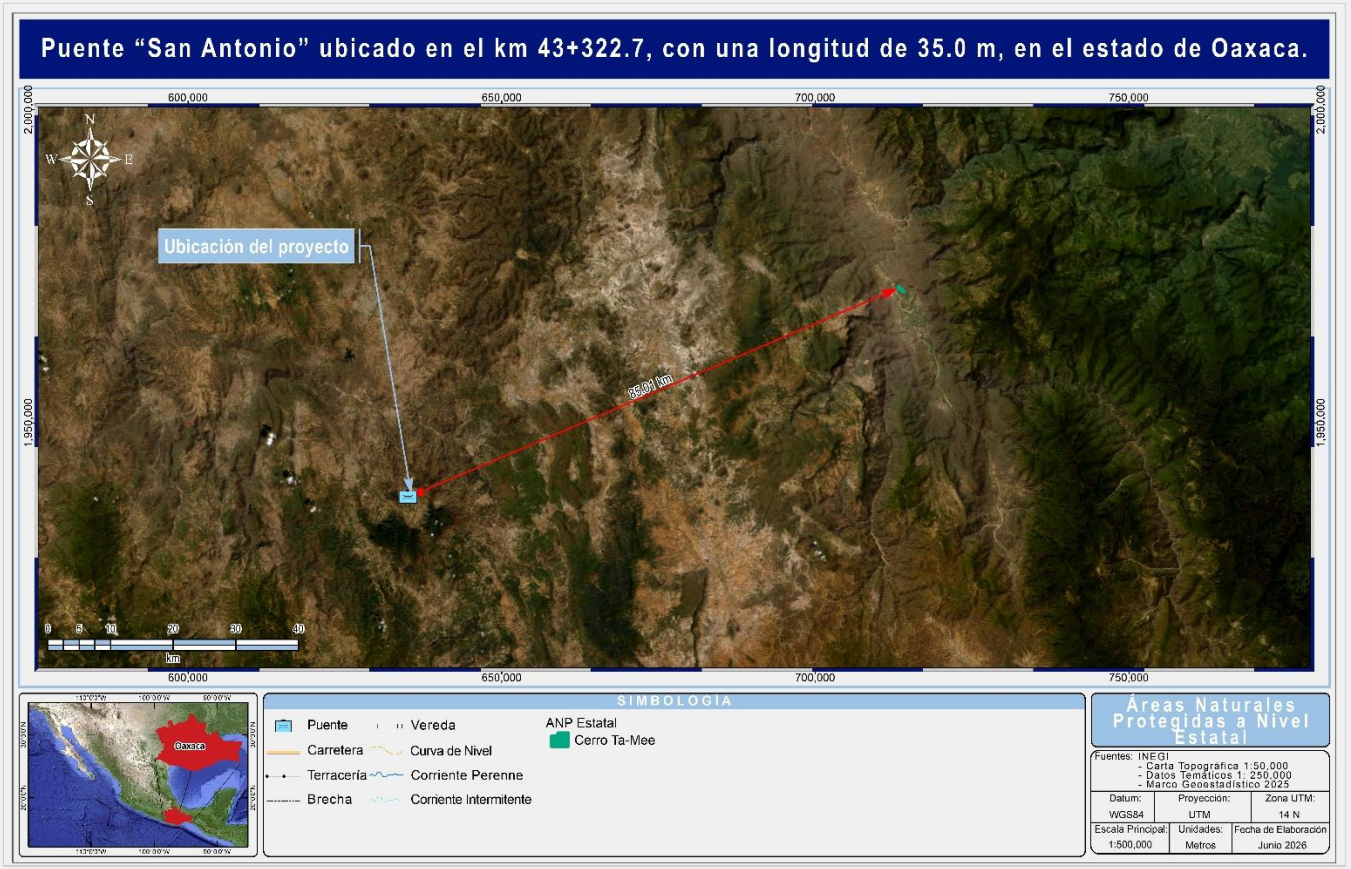
Con base en el análisis espacial realizado, se determina que el área del proyecto no se localiza inmerso dentro de algún Área Natural Protegida de carácter federal decretada. La más cercana al sitio del proyecto es el área denominada “Área de Protección de Flora y Fauna Boquerón de Tonalá” localizada al noroeste del sitio del proyecto a una distancia en línea recta de 25.03 Km.

II.3.1.2. Áreas Naturales Protegidas estatales

Las Áreas Naturales Protegidas son porciones terrestres o acuáticas del territorio estatal representativas de sus diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por la actividad del ser humano o aquellas que, a pesar de haber sido afectadas, requieran ser sometidas a programas de preservación o de restauración por su relevancia particular para el Estado.

En las Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal, no podrá autorizarse la creación de nuevos centros de población, así como también queda prohibida la introducción de especies exóticas invasoras.

Imagen II. 7 Localización del proyecto con respecto a ANPs Estatales



Fuente: Elaboración propia

Vinculación

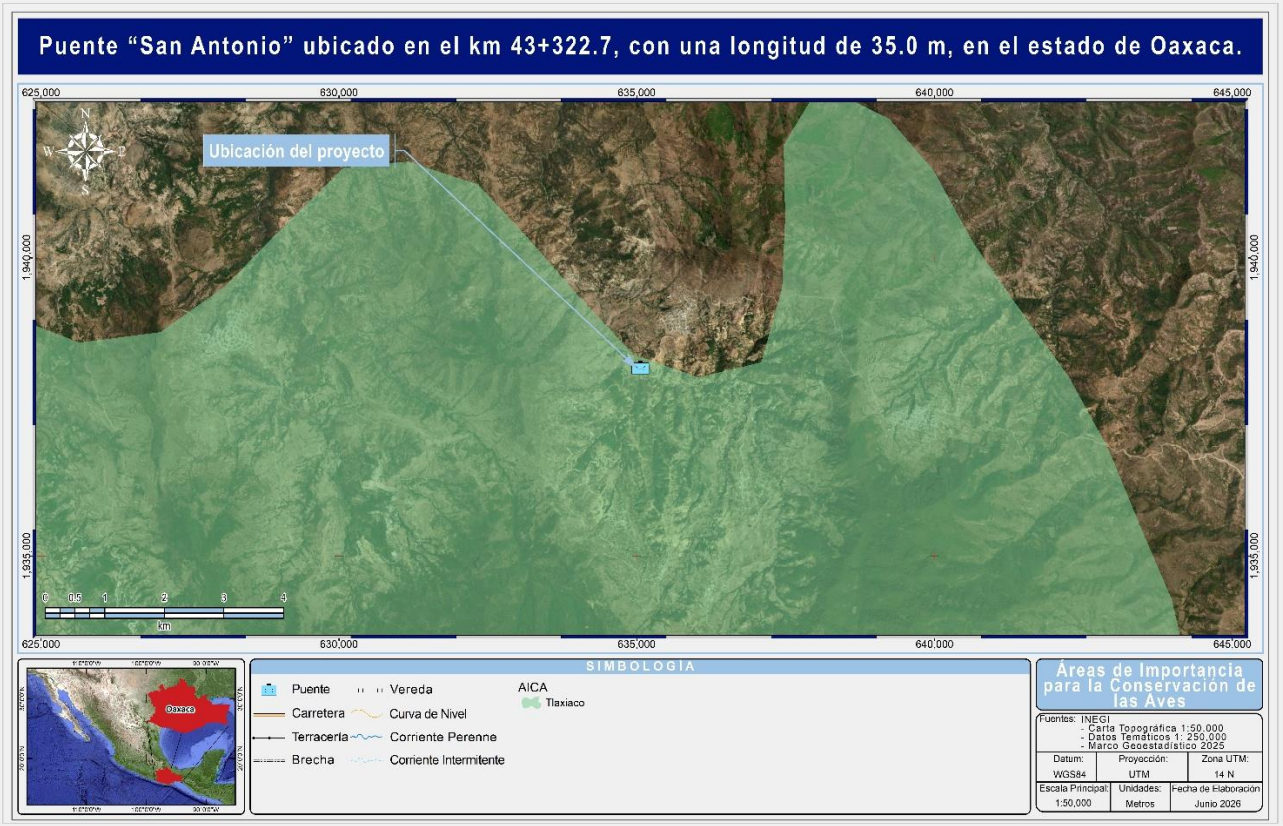
De acuerdo con el análisis cartográfico realizado, el área del proyecto no se localiza inmerso dentro de ningún Área Natural Protegida de carácter Estatal, la más cercana al sitio del proyecto es el área denominada "Cerro Ta-Mme" localizada al noreste del sitio del proyecto a una distancia de 85.01 Km en línea recta.

II.3.2 Regiones Prioritarias de Acuerdo con la CONABIO.

II.3.2.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

Las AICAs surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio.
En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las AICA.

Imagen II. 8 Localización del proyecto con respecto a las AICA



Fuente: Elaboración propia

VINCULACIÓN

Derivado del análisis espacial realizado se obtuvo que el proyecto a desarrollar se encuentra en su totalidad dentro del área de importancia para la conservación de aves (AICA) denominada "Tlaxiaco".
Esta AICA se ubica al suroeste del pueblo de Tlaxiaco. Presenta vegetación de Bosque de Coníferas y contiene una de las dos poblaciones de *Eupherusa poliocerca*, considerada como G-1.

La regionalización establecida por la CONABIO correspondiente a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves representa áreas excepcionalmente importantes para la conservación de las aves. Tienen la finalidad de proteger diversas especies al mismo tiempo. La delimitación de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) se basó en la experiencia de diversos especialistas, que propusieron de manera definitiva 218 áreas a nivel nacional (CIPAMEX-CONABIO,1999)[4]; no obstante, en la actualidad solamente fungen como un marco de referencia que puede ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores del gobierno y no pueden definirse como ordenamientos territoriales.
Como se mencionó la poligonal de la AICA en cuestión, carece de políticas de conservación y criterios de regulación, sin embargo, a su vez todas estas zonificaciones nos brindan un panorama general de la importancia ecológica y las principales problemáticas que se presentan a nivel regional y que causan un efecto adverso en los ecosistemas que las constituyen. En este sentido, es importante considerar las condiciones ambientales que presenta la zonificación del AICA, para orientar la ejecución hacia la disminución de los efectos negativos que causan diversas problemáticas y la degradación de dichas zonificaciones.

Por lo anterior y tomando en cuenta las condiciones ambientales de esta zonificación; se proponen medidas de prevención durante las etapas de construcción de las obras, esto con el objeto de evitar o en su caso minimizar los impactos ambientales que se puedan generar durante las actividades del proyecto.
En el sentido de la minimización de impactos, es importante mencionar que el proyecto contempla la construcción de un puente y se considera una medida para la reducción de riesgos e impactos, ya que se considera que al ser una zona adaptada y previamente impactada por la existencia de un camino actual, se podrán reducir los impactos adversos y la capacidad de acogida será mayor que si se propusiera una nueva zona para su instalación ya que implicaría la apertura de una nueva vía de comunicación, por otra parte el proyecto se considera prioritario ya que la infraestructura del camino existente carece de una estructura que evite inundaciones, además no cuenta con señalamientos y presenta condiciones precarias e inseguras para el tránsito de los usuarios.

Para garantizar la viabilidad ambiental y social del proyecto es vital que durante la ejecución de las obras se implementen diversas medidas de prevención y mitigación adicionales para asegurar la conservación del área y contribuir a la reducción de las problemáticas que enfrentan cada una de las zonificaciones como son las AICAs.

Entre las medidas principales se encuentran:

- Todas las instalaciones de infraestructura auxiliar y temporal deberán ubicarse sobre superficies con suelo impermeable (concreto, cemento, membranas).
- Evitar la ubicación de parques de maquinaria, acopios de materiales o instalaciones auxiliares en las inmediaciones de cursos de agua o sus puntos de recarga.
- La recarga de combustibles por equipos de construcción móviles se realizará a un mínimo de 30 metros de distancia a cualquier cuerpo de agua
- Realizar la limpieza de los vehículos y maquinaria en las zonas habilitadas a tal fin.
- Se deberán realizar revisiones visuales diarias para la detección de fugas de aceites o combustibles en la maquinaria y vehículos.
- Se deberá llevar un programa estricto de mantenimiento preventivo de la maquinaria para mantenerla en estado de funcionamiento óptimo
- Ejecutar previo al inicio de obras un programa de rescate y reubicación de flora, aún y cuando no se afectarán zonas forestales, el rescate se hará con afán de propagar especies nativas de la región.
- El rescate de fauna debe incluir en caso de requerirse la reubicación de nidos para no afectar especies de avifauna.
- Revegetación del derecho de vía con especies herbáceas nativas.
- Desmonte y despalme de forma dirigida, sin utilizar sustancias químicas.

[4] *Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves CIPAMEX - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO, (1999). México.*

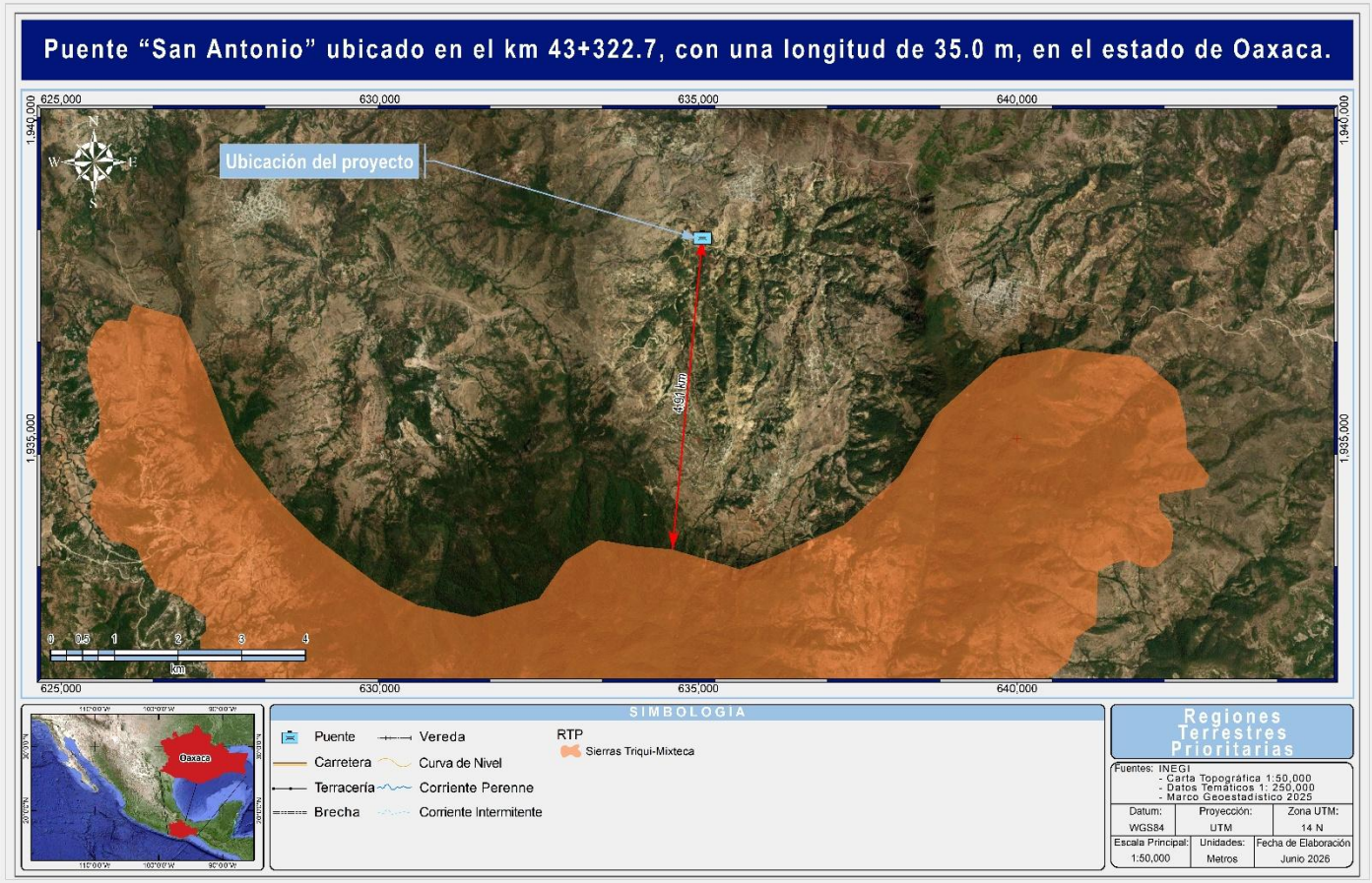
- Prohibición de la quema de restos y estratos vegetales.
- Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo.
- Retirar todos los materiales sobrantes de la obra, escombros y residuos, para favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación en la zona de obra.
- Los trabajos con maquinaria deberán efectuarse en horarios que no afecten a la fauna.
- Trabajar únicamente en zonas delimitadas
- La empresa constructora debe establecer prohibiciones estrictas y sanciones a los trabajadores, conductores y operadores de maquinaria pesada, para evitar acciones que ocasionen afectaciones a la vegetación y la prohibición de caza, captura y compraventa y la muerte de cualquier organismo de la fauna y flora.

Estas solo son algunas de las medidas que coadyuvarán a la conservación de los hábitats circundantes y a la disminución paulatina de las problemáticas ambientales en el AICA, aunado a esto, el total de las medidas propuestas se listan y describen el subsecuentemente en el presente documento.

II.3.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Imagen II. 9 Localización del proyecto con respecto a las RTP.



Fuente: Elaboración propia

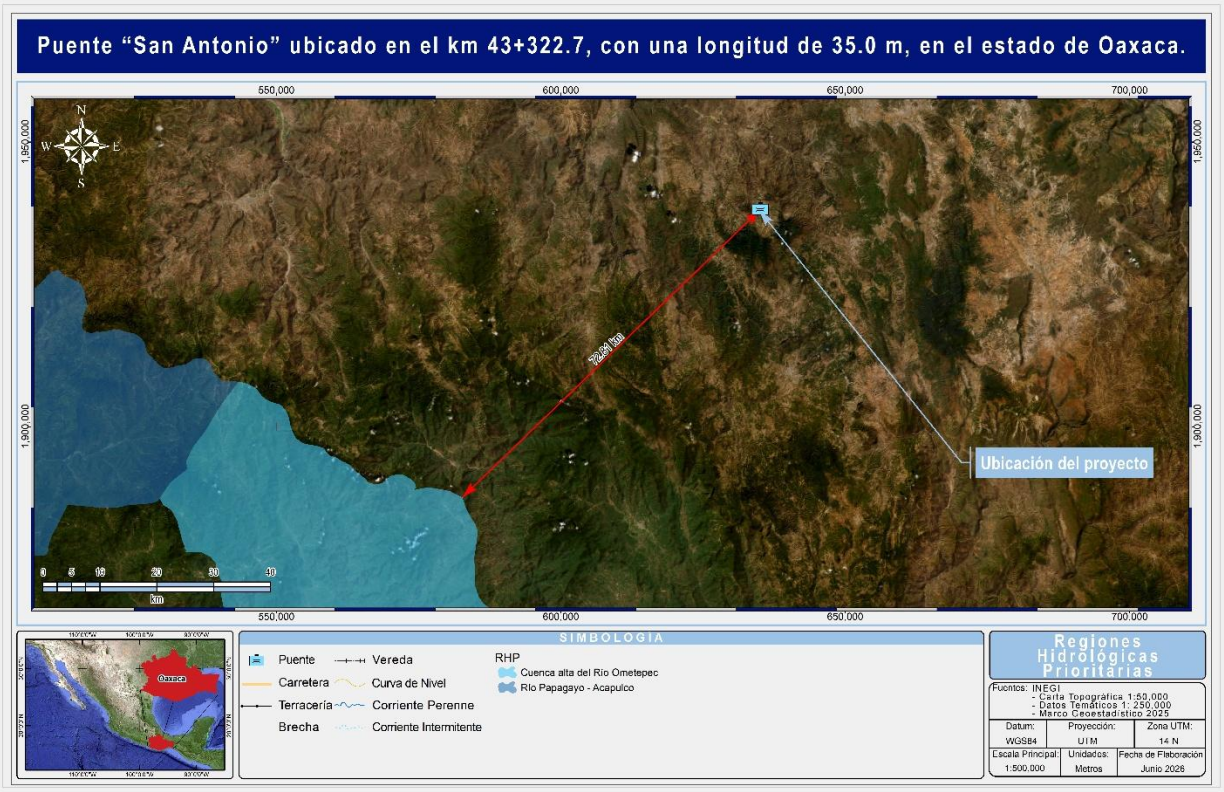
Vinculación

Derivado del análisis espacial realizado se determinó que el proyecto no se localiza sobre ninguna Región Terrestre Prioritaria. La más cercana es la 126, denominada "Sierras Triqui-Mixteca". Se localiza al sur del área del proyecto a 4.91 km de distancia en línea recta.

II.3.2.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a niveles local y regional, sino nacional y global. El hecho de que haya muchas especies en franca declinación o enfrentando la extinción en los pocos países en donde se cuenta con conocimiento de campo razonable, justifica la preocupación real por el estado de la biodiversidad de las aguas epicontinentales. Es así como surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado. En el siguiente mapa se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las RHP.

Imagen II. 10 Localización del proyecto con respecto a las RHP



FUENTE: Elaboración propia

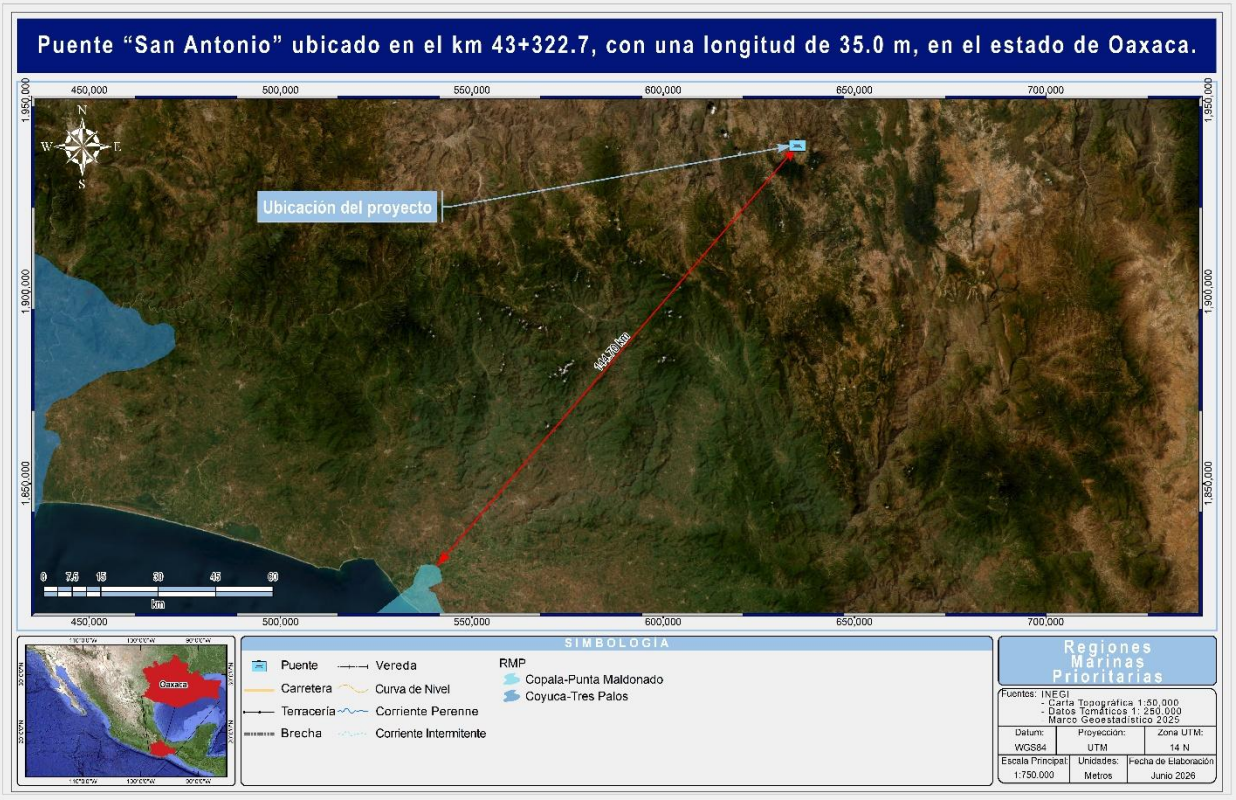
Vinculación

Derivado del análisis realizado se obtuvo que el proyecto no se localiza en una zona delimitada como región hidrológica prioritaria (RHP). La más cercana es la denominada "Cuenca Alta del Río Ometepec". Esta se localiza al suroeste del área del proyecto a 72.81 km en línea recta.

II.3.2.4. Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este Programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación. En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las RMP.

Imagen II. 11 Localización del proyecto con respecto a las RMP.



Fuente: Elaboración propia

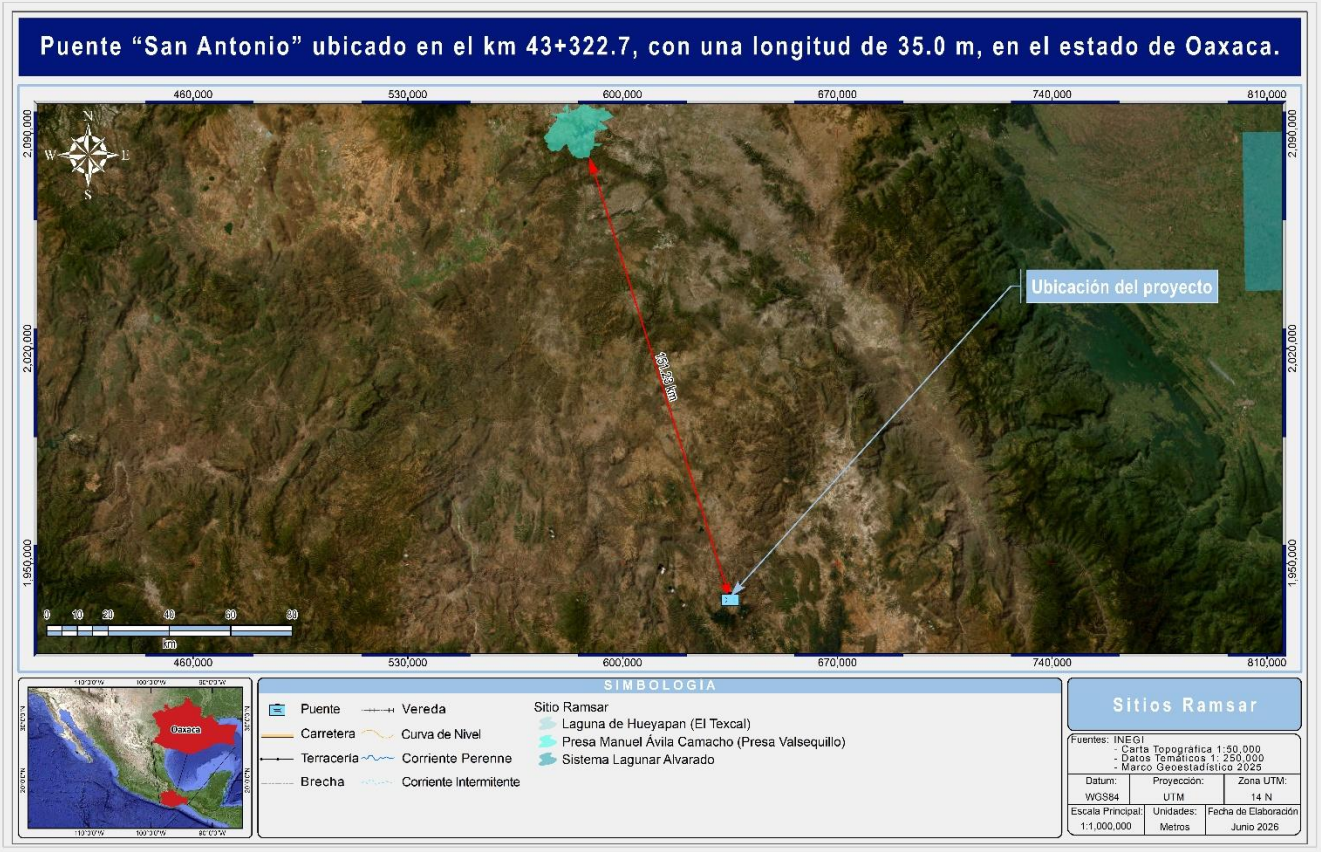
Vinculación

Derivado del análisis espacial realizado se obtuvo que el proyecto no forma parte de alguna región marina prioritaria. La más cercana se denomina "Copala-Punta Maldonado" y se localiza a 144.70 km del proyecto en línea recta al suroeste.

II.3.2.5. Sitios Ramsar

Por su parte los sitios Ramsar se designan porque cumplen con los Criterios para la identificación de Humedales de Importancia Internacional. El primer criterio se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica. Estos criterios hacen énfasis en la importancia que la Convención concede al mantenimiento de la biodiversidad.
En la actualidad, la Lista de Ramsar es la red más extensa de áreas protegidas del mundo. Hay más de 2.200 sitios Ramsar que abarcan más de 2,1 millones de kilómetros cuadrados en los territorios de las 169 Partes Contratantes de Ramsar en todo el mundo.

Imagen II. 12 Localización del proyecto con respecto a sitios Ramsar



Fuente: Elaboración propia

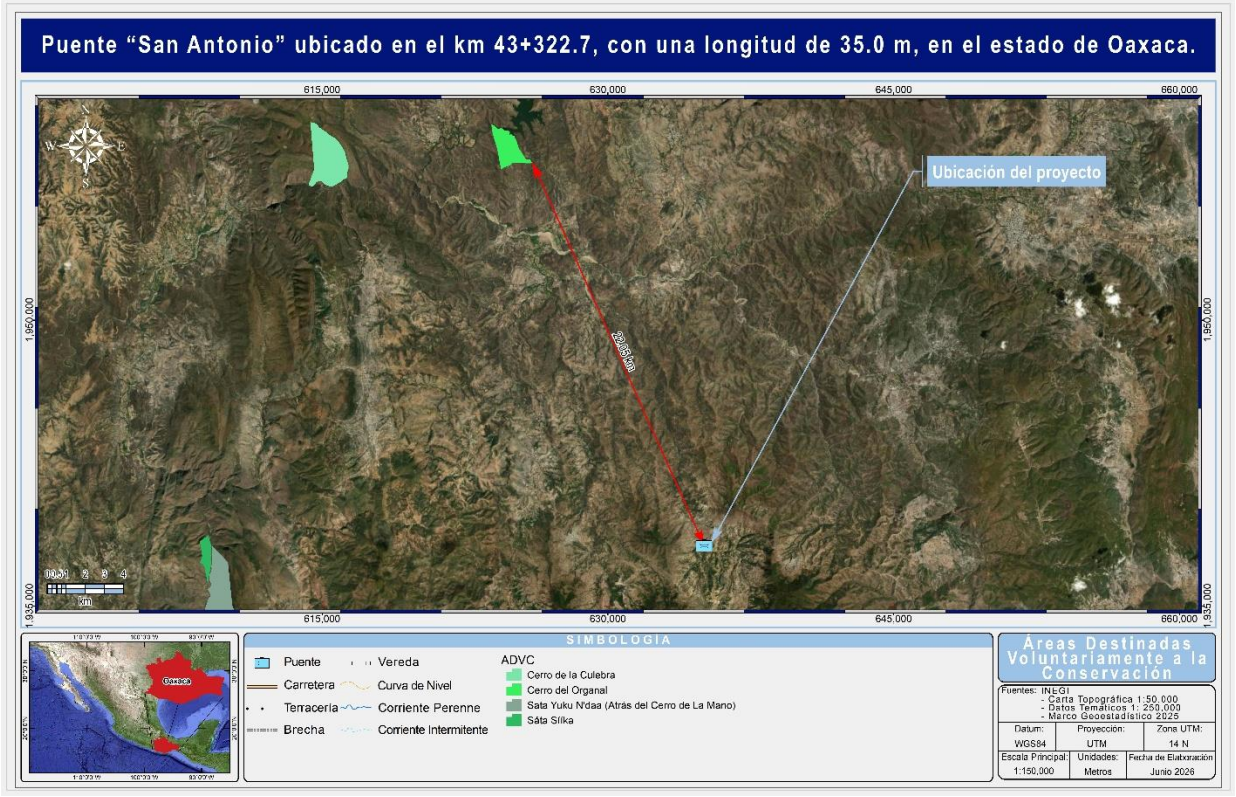
Vinculación

El proyecto no se encuentra inmerso en alguna superficie catalogada como sitio Ramsar, la zona más cercana al proyecto es la denominada "Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)" y se ubica a una distancia de 151.23 Km de distancia en línea recta dirección norte.

II.3.2.6. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) son sitios que ayudan a preservar la biodiversidad y el equilibrio ecológico en nuestro país, además de favorecer la participación de la sociedad, (CONANP, 2019).
Estas Áreas Naturales Protegidas (ANP) son destinadas voluntariamente por el propietario del predio, que puede ser una persona física, moral, privada, pueblos y comunidades indígenas o una organización social.

Imagen II. 13 Localización del proyecto con respecto a las ADVC



Fuente: Elaboración propia

Vinculación

El proyecto no se encuentra inmerso en alguna superficie catalogada como ADVC, la zona más cercana al proyecto es la denominada "Cerro del Organal" y se ubica a una distancia de 22.05 Km de distancia en línea recta dirección noroeste.

II.4 Vinculación con Leyes, Reglamentos y Normas de los tres niveles de gobierno

II.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917 y con última reforma publicada el 15 de octubre de 2025, es la ley Suprema del sistema jurídico mexicano donde se establece que ***"en los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece."***

El proyecto en cuestión se relaciona directamente con el artículo 4to en el cual se establece que: ***[…] Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.***

Al respecto, la SICT se compromete a respetar los derechos establecidos y reconocidos en la Constitución mediante la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como los Programas, planes y propuestas en materia de impacto ambiental.

II.4.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Esta Ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 y fue reformada por última vez el 19 de enero de 2026, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente en el territorio nacional. Dada su importancia, la **Evaluación del Impacto Ambiental (EIA),** se ha ideado como un instrumento de política, de tipo analítico y carácter preventivo que permite visualizar los cambios que se pueden producir por el desarrollo de obras y actividades de un proyecto. Bajo dicha percepción, con estas evaluaciones, es posible identificar las estrategias, las necesidades de recursos humanos, de materiales que permitirán reducir las afectaciones ambientales y el cumplimiento de requisitos o lineamientos de las leyes, reglamentos, planes, programas, normas y demás ordenamientos legales de carácter ambiental.

El procedimiento de la EIA ofrece ventajas a quienes promueven un proyecto, así como a la sociedad, entre las ventajas; se logran diseños más perfeccionados e integrados al ambiente, en economías en las inversiones y en los costos de las obras y actividades, en aceptación social y en certidumbre jurídica para llevar a cabo un proyecto.

El fundamento legal y técnico básico que se emplea para saber si un proyecto precisa la EIA del gobierno federal, está contenido en el **artículo 28** de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y se especifican los casos que requieren en el artículo 5 del Reglamento en Materia de la Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

Tabla II. 11 Vinculación con los artículos aplicables de la LGEEPA.

Artículo	Vinculación
Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar	Mediante la presentación de la presente MIA P, se somete a evaluación en materia de impacto ambiental el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**, ya que por tratarse de una vía general de comunicación se da

Artículo	Vinculación
y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: I.- Obras hidráulicas, *vías generales de comunicación*, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.	cumplimiento al inciso I del artículo 28 de la LGEEPA. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto no requerirá solicitar la autorización para cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), ya que, derivado de la topografía del sitio, la geometría irregular del sitio y el derecho de vía existente, no se requerirán superficies adicionales con cualidad forestal para los alineamientos horizontales y verticales.
Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	Con respecto al artículo 30, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto en cuestión, la cual contempla e integra la información necesaria, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el citado artículo de la LGEEPA.
Artículo 64. En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se fundamenten las declaratorias de creación correspondiente, así como las prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo.	El proyecto no cruza por ninguna zona clasificada como Área Natural Protegida (ANP), además de que no pretende el uso, aprovechamiento de ningún recurso natural por lo que no se contraviene el precepto, aun así, es importante resaltar que las actividades relacionas con el proyecto siempre se realizarán con apego a los lineamientos y criterios de la normativa aplicable vigente.
Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios: I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;	El promovente contempla presentar ante la autoridad ambiental aplicable (DGIRA), las acciones de protección y conservación de flora y fauna, a través de las acciones planteadas en el capítulo III de la presente MIA P así como con la integración de diversos programas ambientales como son: ➔ Programa de Rescate y Reubicación de Flora ➔ Programa de Rescate y Reubicación de Fauna ➔ Programa para ubicación y dimensiones de Pasos de Fauna ➔ Programa de Restauración Forestal, de suelo y cuerpos hídricos. ➔ Programa de Vigilancia Ambiental De igual manera la promovente se compromete a dar cumplimiento de las condicionantes que la autoridad dictamine para el proyecto. Por consiguiente, el proyecto no contraviene el presente artículo.

Artículo	Vinculación
Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	Las emisiones a la atmósfera que generará el proyecto serán generadas principalmente durante la etapa de construcción, provenientes de los vehículos y maquinaria en operación; y estarán sujetas a monitoreos periódicos para dar cumplimiento con los niveles mínimos y máximos permitidos que establezcan las normas aplicables en esta materia.

II.4.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

Este reglamento se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo del 2000, ha tenido diferentes reformas en 2012 y 2014 y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. A continuación, se presenta la vinculación con los artículos aplicables del REIA.

Tabla II. 12 Vinculación con los artículos aplicables del REIA de la LGEEPA.

Artículo	Vinculación
Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental B) Vías generales de comunicación: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de aguas nacionales, O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas	El proyecto refiere a la construcción de un puente y no requerirá de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF). No obstante, es importante resaltar que la necesidad de ejecutar esta obra es alta, debido a que actualmente la infraestructura vial de la zona es insuficiente, lo que ha propiciado un escaso acceso a servicios básicos que mejoren la calidad de vida de los habitantes de las poblaciones aledañas, además de que se pone en riesgo la seguridad de los usuarios al carecer de vías de comunicación de calidad, aumentando los riesgos por colisión, derrumbe y choque frontal. Por tal motivo la obra se considera prioritaria para garantizar la seguridad vial de los usuarios e incrementar el desarrollo social y económico de la región.
Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto [...]	Se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular, misma que incluye la información ambiental relevante relacionada con el proyecto, para exponer los factores ambientales susceptibles de ser afectados y las respectivas medidas de mitigación que deberán ejecutarse a fin de minimizar de la mejor forma los efectos adversos atribuibles al proyecto.
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. **Regional**, o II. Particular.	Dadas las características del proyecto, se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad Regional.
Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: **I.** Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; **II.** Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; **III.** Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; **IV.**	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular del **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.,** que prevé la generación de impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Artículo	Vinculación
Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; **V.** Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; **VI.** Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional**; VII.** Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y **VIII.** Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	

II.4.4. Ley General de Vida Silvestre.

La presente Ley es de orden público y de interés social, su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.
El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo. Se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

Tabla II. 13 Vinculación con los artículos aplicables de la LGVS.

Artículo	Vinculación
Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.	El proyecto no contempla el aprovechamiento o utilización de recursos naturales; sin embargo, dada la naturaleza del proyecto y previendo posibles impactos al medio ambiente, se propondrán acciones prioritarias para aplicar medidas de prevención y mitigación de los impactos que se pudieran generar, dichas medidas tienen la finalidad de reducir al mínimo la afectación sobre el entorno, la vida silvestre y su hábitat y serán descritas subsecuentemente en este documento.
Artículo 29. Los municipios y entidades federativas y la federación adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio	El proyecto contempla diversas medidas para mitigar posibles afectaciones a la fauna silvestre como son: → Acciones de protección y en su caso el rescate y reubicación de fauna silvestre, presente en la zona del proyecto al momento de la preparación del sitio y construcción, las cuales se harán respetando lo establecido por este precepto y demás legislación aplicable, evitando la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor sobre los organismos. → En caso de que durante las actividades de preparación y construcción se identifique la presencia de cualquier tipo de fauna, se utilizarán medidas de ahuyentamiento para prevenir cualquier impacto negativo hacia este recurso. → Dentro de los reglamentos internos para las cuadrillas de trabajo quedará estrictamente prohibido cualquier afectación o maltrato a la fauna que se pueda encontrar en la zona del proyecto. → Se llevarán a cabo capacitaciones integrales para el cuidado del ambiente incluyendo el respeto a la vida silvestre.
Artículo 30. El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre, mencionados en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.	No se pretende el aprovechamiento de fauna silvestre, no obstante, en caso de requerir la manipulación de fauna y particularmente su reubicación, que pudiera considerarse como medida de mitigación, se evitará cualquier acto de crueldad, de la misma manera se solicitará al personal especialista en fauna que labore en la preparación, construcción y mantenimiento del proyecto tomar esta medida, cumpliendo así con lo establecido por los artículos 30 y 31 de la LGVS.
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá	No se pretende el aprovechamiento de fauna silvestre, no obstante, en caso de requerir la manipulación de fauna y

Artículo	Vinculación
efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan a tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	particularmente su reubicación, que pudiera considerarse como medida de mitigación, se evitará cualquier acto de crueldad, de la misma manera se solicitará al personal especialista en fauna que labore en la preparación, construcción y mantenimiento del proyecto tomar esta medida, cumpliendo así con lo establecido por los artículos 30 y 31 de la LGVS.

II.4.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos así como distribuir competencias que en materia forestal correspondan a La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.

Tabla II. 14 Vinculación con los artículos aplicables de la LGDFS.

Artículo	Vinculación
Artículo 2. Sus objetivos generales de esta Ley: I.- Contribuir al desarrollo, social, económico, ecológico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos; III.- Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales; V.- Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, en los términos del artículo 2 fracción VI de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable. Artículo 58. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales…	El proyecto refiere a la construcción de un puente que, dada la localización y naturaleza del proyecto, no contempla retirar superficies con aptitud forestal, ya que el uso de suelo representativo para el área refiere a agricultura de temporal y existe un derecho de vía.
Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	El proyecto no afectará superficies con aptitud forestal, por lo que no se requerirá la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF).

II.4.6. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Este reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. El nuevo reglamento se publicó en el DOF el 09 de diciembre de 2020. A continuación, se indican los artículos vinculantes al proyecto y las propuestas desarrolladas por la SICT para darles cabal cumplimiento.

Tabla II. 15 Vinculación con los artículos aplicables del Reglamento de la LGDFS.

Artículo	Vinculación
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.	El proyecto no afectará superficies con aptitud forestal, por lo anterior, no se contempla que el proyecto requiera cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF).

II.4.7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

La LGPGIR vigente, fue publicada el 22 de mayo de 2015 en el DOF y su última reforma se publicó el 18 de enero de 2021. Conforme al Artículo 1, se trata de una ley reglamentaria, basada en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y las disposiciones son de orden público e interés.

El propósito de esta Ley es: Garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

La presente Ley se considera aplicable al proyecto, dado que, en la etapa de preparación y construcción se producirán residuos sólidos de diferente naturaleza, y de allí la importancia de hacer un análisis y vinculación con el proyecto.

Tabla II. 16 Vinculación con los artículos aplicables de la LGPGIR y su reglamento.

Artículo	Vinculación
Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos. Los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán separados en orgánicos e inorgánicos, destinando en contenedores para el mismo fin, realizando la disposición final según sea el tipo de residuo. El proceso mínimo para la adecuada gestión de los residuos generados será: 1. Generación 2. Separación 3. Recolección y transporte interno 4. Almacenamiento temporal 5. Recolección y transporte externo

Artículo	Vinculación
	6. Disposición final 7. Evidencia documental del manejo La recolección de estos residuos se llevará a cabo por una empresa autorizada para este fin y así garantizar la adecuada disposición final de estos.
Artículo 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.	Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo y disposición adecuada de los Residuos Peligrosos. Dentro del proyecto se considera la generación de residuos peligrosos provenientes del mantenimiento de los vehículos automotores, así como restos del proceso de pavimentación, el manejo de estos se hará de acuerdo con lo establecido, en esta Ley y en las NOM aplicables. La recolección se llevará a cabo por una empresa autorizada por SEMARNAT y se guardará evidencia documental del manejo dado a este tipo de residuos.
Artículo 31. Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: I. Aceites lubricantes usados; II. Disolventes orgánicos usados III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores; IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;	Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo, dichos procedimientos estarán apegados a un Plan de manejo para los Residuos Peligrosos mencionados en este artículo y que se contemplan serán generados durante el desarrollo del proyecto.
Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría	El manejo de los residuos peligrosos se hará en apego a lo dispuesto por la LGPGIR y demás disposiciones aplicables, cumpliendo con lo establecido en los artículos 40, 41 y 45, incluyendo el registro como generador de residuos peligrosos, la identificación, etiquetado, manejo, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos. Las medidas básicas para el manejo de residuos serán: ➔ Construir un almacén sobre superficie impermeable fuera del área del proyecto, para resguardar de manera provisional algunas sustancias que por su naturaleza pueden ser catalogadas como peligrosas. ➔ Establecer recipientes para el almacenamiento de residuos que pueden considerarse tóxicos como solventes y aceites gastados, así como estopas, mismos que serán registrados en una bitácora y entregados a empresas registradas ante la SEMARNAT, para su manejo, tratamiento y disposición final. ➔ Se aplicará y vigilará el cumplimiento de un plan de separación de residuos sólidos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. ➔ Se garantizará que no existirán restos de materiales producto de las excavaciones y rellenos, o bien de restos de construcción, a fin de eliminar riesgo de degradación.

Artículo	Vinculación
	→ Se dispondrá de medidas para que los materiales sobrantes se transporten a empresas especializadas y autorizadas para su reutilización, y con ello reducir cualquier efecto negativo. → En la operación se aplicará una vigilancia estricta sobre el manejo de residuos.

II.4.8. Ley General de Cambio Climático (LGCC) y Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia de Registro Nacional de Emisiones.

La LGCC fue publicada el 06 de julio del año 2012, con fecha de última reforma del 06 de noviembre de 2020. Los objetos que persigue esta Ley son:

1) Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; 2) Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmosfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; 3) Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; 4) Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; 5) Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; 6) Establecer las bases para la concertación con la sociedad; 7) Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático; y 8) Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de Paris, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

En el título cuarto de la LGCC, se establecen las políticas que aplican en nuestro país relativas al Cambio Climático; mismas que abarcan los siguientes capítulos: I.- Principios, II.- Adaptación, y III.- Mitigación.
Considerando, que, en la LGCC, se encuentran Los Principios que rigen la política de Cambio Climático de la ley, se realizó un análisis (Tabla II.17) a efecto de demostrar que la SICT, se apegará cabalmente a dichos principios y los incluirá en la política del proyecto.

Tabla II. 17 Vinculación y Propuestas de la SICT para el cumplimiento a la LGCC.

Principios de la LGCC		Vinculación
I	Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;	El propósito del proyecto es resolver algunos problemas de conectividad en los municipios de San Antonino Monte Verde que se relacionan con el impacto ambiental y condiciones atmosféricas de la RE y su Área de Influencia. En este sentido, la presente MIA P identificó los elementos ambientales y áreas que pueden resultar afectadas, a fin de reconocer la huella de los impactos y minimizar los efectos negativos que puedan resultar. Particularmente aquellos que puedan añadir o contribuir con el efecto de Cambio Climático como: pérdida de individuos arbóreos, la posible obstrucción de

Principios de la LGCC		Vinculación
		obras de drenaje, la producción temporal de gases de efecto invernadero (Cox, SOx, COx, NHx, CH_4), entre otros. De esta manera, con el desarrollo del proyecto, se pretende reducir su huella ambiental, elevar y mejorar la calidad de las condiciones existentes y minimizar los efectos del climático.
II	Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;	La SICT acepta su corresponsabilidad y se mantendrá coordinado con las instancias del gobierno federal, estatal y municipal, así como la sociedad en general, para demostrar que las medidas de mitigación y compensación contribuirán a mitigar efectos negativos o que pueden sumarse al cambio climático por el desarrollo del proyecto.
III	Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;	El proyecto incidirá en zonas donde se ha perdido o modificado la integridad ecosistémica por el crecimiento urbano y la disminución de la calidad de los elementos ambientales originales. El Centro SICT se responsabilizará de minimizar las afectaciones, así como de realizar actividades de restauración que puedan contribuir a mitigar el Cambio Climático. Asimismo, el centro SICT Oaxaca pondrá en marchas aquellas medidas de mitigación necesarias para disminuir los efectos negativos sobre la atmosfera.
IV	Prevención, considerando que esta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;	El Centro SICT ejecutará un Programa de Vigilancia Ambiental, basado en medidas de prevención cuyo fin será minimizar las emisiones que puedan generar los vehículos de combustión interna y reducir su efecto ambiental, conforme a la normatividad ambiental. Asimismo, se reducirá el uso de fuentes de emisiones atmosféricas al máximo.
V	Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono;	El Centro SICT promoverá durante el desarrollo del proyecto, la reducción del uso y consumo de equipos o de otras fuentes de emisiones atmosféricas. Es preciso recalcar que el proyecto no corresponde a una fuente de contaminación atmosférica por fuentes fijas.
VI	Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores social y privado para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático;	El Centro SICT colaborará con las instancias de gobierno de los tres órdenes de gobierno, para cumplir con este principio.
VII	Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático;	No se considera que el Centro SICT Oaxaca pueda incidir en este principio, sin embargo, colaborará con las instancias de gobierno de los tres órdenes de gobierno.
VIII	Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;	El Centro SICT realizará acciones preventivas para minimizar los efectos negativos que puedan añadir o contribuir con el efecto de Cambio Climático; tal como la pérdida de cobertura vegetal, la generación temporal o constante de gases de efecto invernadero (Cox, SOx, COx, NHx, CH4), entre otros.
IX	El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos	El Centro SICT Oaxaca aprovechará la política establecida por la LGCC, y las inversiones que realice a efecto de disminuir el consumo de energía eléctrica, buscará apoyarse en este principio.

Principios de la LGCC		Vinculación
	naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan;	
X	Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables;	El Centro SICT informará continuamente a los tres órdenes de gobierno sobre los avances y resultados de las medidas de prevención, mitigación y de compensación (con énfasis en la restauración).
XI	Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad;	Es preciso mencionar que, en esta MIA, se reconocieron las zonas con mayor vulnerabilidad en el AIP y en la RE, por lo que, se establecerá vigilancia en dichas zonas. Cabe resaltar que en el área del Proyecto no se tiene la presencia de humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras.
XII	Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales, y	No es un aspecto que pueda abarcar la SICT, sin embargo, se considera que el proyecto que se promueve entra en el ámbito de la sustentabilidad.
XIII	Progresividad, las metas para el cumplimiento de esta Ley deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales, y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza; asimismo, se deberá considerar la necesidad de recibir apoyos de los países desarrollados para lograr la aplicación efectiva de las medidas que se requieran para su cumplimiento; sin que represente un retroceso respecto a metas anteriores, considerando, la mejor información científica disponible y los avances tecnológicos, todo ello en el contexto del desarrollo sostenible. Al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático, se deberán respetar irrestrictamente los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional.	El Centro SICT, actuará en el ámbito de su responsabilidad con las metas que se establezcan en los diferentes órdenes de gobiernos respetando los derechos humanos para tener un ambiente sano, y contribuir en el ámbito del proyecto sobre el derecho a la salud sin hacer diferencias entre la población, garantizando el respeto de grupos vulnerables como población indígena, mujeres, niños y personas mayores.

Por otro lado, el reglamento se deriva de la LGCC 2012, y su objeto está relacionado al Registro Nacional de Emisiones, así como su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la secretaría.

Considerando que, el proyecto generará residuos de diferente naturaleza y como parte de dicho sector, acorde a los dispuesto en el subinciso A.1 del inciso A, Fracción V del artículo 4, el centro SICT Oaxaca, queda obligada y se compromete a cumplir y a acatar lo dispuesto en este reglamento dado que será productor de emisiones específicamente durante el desarrollo del proyecto.

En este sentido, se enfocará y cumplirá con el artículo 9, para mitigar las emisiones atmosféricas producidas en la etapa de construcción del proyecto, asegurando que en las cláusulas de contratos que celebre con las empresas, se establezca la obligatoriedad de dar cumplimiento a las medidas indicadas en la Tabla II.18, mismas que se detallarán en el Programa de Vigilancia Ambiental.

Tabla II. 18 Vinculación y Propuestas de la SICT para el Cumplimiento del Reglamento de la LGCC.

Artículos de reglamento de la LGCC	Propuesta de cumplimiento
Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento;	El centro SICT en Oaxaca solicitará a las empresas que contrate, la información relativa a las unidades de transporte que se emplearán, exigiendo que tengan dispositivo de rastreo a través de un sistema de Geoposicionamiento Satelital Global (GPS) a fin de comprobar que los vehículos optan por rutas cortas para generar menor contaminación y que cuentan con su comprobante de verificación vehicular.
Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica;	Se solicitará a las empresas rendir un informe semestral sobre las emisiones que produzcan y con el detalle de la efectividad de las medidas de mitigación por las unidades de transporte o de maquinaria empleada.
Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento;	
Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, calculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento;	

II.4.9. Ley de Aguas Nacionales (LAN)

Esta ley se publicó en el DOF el 01 de diciembre de 1992 y fue reformada por última vez el 11 de diciembre de 2025, es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Sus disposiciones aplican a todas las aguas nacionales ya sean superficiales o del subsuelo. Por lo que se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

Tabla II. 19 Vinculación con los artículos aplicables de la LAN.

Artículo	Vinculación
Artículo 7. Se declara de utilidad pública: XI. La adquisición o aprovechamiento de los bienes inmuebles que se requieran para la construcción, operación, mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento o desarrollo de las obras públicas hidráulicas y de los servicios respectivos, y la adquisición y aprovechamiento de las demás instalaciones, inmuebles y vías de comunicación que las mismas requieran. Artículo 85. En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, la Ciudad de México y los municipios, a través de las instancias	No se pretende realizar aprovechamiento de recursos hídricos de la zona. En caso de requerir el recurso hídrico, se realizará la solicitud correspondiente, para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 118. Asimismo, se realizarán los trámites correspondientes ante la delegación de la CONAGUA ya que el proyecto se encuentra en zona federal cuya superficie de incidencia es de 392.76 m^2 (ver anexo cartográfico). El

Artículo	Vinculación
correspondientes, las personas usuarias del agua y las organizaciones de la sociedad preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley. Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por: XLVII. "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.	detalle de dicha superficie se muestra en el capítulo I. El Puente cruzará una corriente de carácter intermitente, donde no se prevé modificar su flujo, ni su actual dinámica y se tiene contemplado construir obras de drenaje que se encuentran listadas y descritas en la presente MIA P. De igual manera se describen las medidas de prevención y mitigación con las que se pretende garantizar la protección de los cuerpos hídricos y así el dar cumplimiento cabal a este precepto.

II.4.11. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.

Esta ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1993 y su última reforma se publicó el 14 de noviembre de 2025 y tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación, así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.
Es de importancia vincular la presente Ley con el proyecto.

Tabla II. 20 Vinculación con los artículos aplicables de la LCPyAF.

Artículo	Vinculación
Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación, así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.	El presente proyecto corresponde a la construcción de un puente y se relaciona de manera directa con la presente Ley, por lo que estará regulado por esta durante todas sus etapas.
Artículo 3. Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.	
Artículo 5. Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes y los servicios de autotransporte que en ellos operan y sus servicios auxiliares. Corresponden a la Secretaría, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal las siguientes atribuciones: II.- Construir y conservar directamente caminos y puentes; III.- Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso; V.- Determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes…	En el anterior artículo se establece que es de competencia de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, construir y conservar caminos y puentes, así como determinar las características y especificaciones técnicas de estos. Dado que el proyecto se refiere a la construcción de un puente y la promovente es la SICT, se da cumplimiento con este artículo.

II.4.12. Ley de Vías Generales de Comunicación.

Esta ley se publicó en el DOF el 19 de febrero de 1940 y tiene última reforma del 14 de noviembre de 2025, establece que, son partes integrantes de las vías generales de comunicación: I.- Los servicios auxiliares, obras, construcciones y demás dependencias y accesorios de las mismas y II. Los terrenos y aguas que sean necesarias para el derecho de vía y para el establecimiento de los servicios y obras a que se refiere la fracción anterior […]

Asimismo, indica en su artículo 3º que las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales ejerciendo las facultades a través de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.

Tabla II. 21 Vinculación con los artículos aplicables acorde con la Ley de Vías Generales de Comunicación.

Artículo	Vinculación
Artículo 3o.- Las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. El Ejecutivo ejercitará sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en los siguientes casos y sin perjuicio de las facultades expresas que otros ordenamientos legales concedan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal: I.- Construcción, mejoramiento, conservación y explotación de vías generales de comunicación; […]	El presente proyecto promueve la construcción de un puente, que permitirá tener una ruta más segura y eficiente para los usuarios a nivel regional. El presente proyecto será ejecutado por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) la cual es competente y se encuentra facultada para construir o establecer vías generales de comunicación.
Artículo 10. El Gobierno Federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo o en cooperación con las autoridades locales. La construcción o establecimiento de estas vías podrá encomendarse a particulares, en los términos del artículo 134 de la Constitución Federal.	El proyecto promueve la construcción de un puente que permitirá una ruta más segura y eficiente para los usuarios a nivel municipal. El presente proyecto será ejecutado por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) la cual es competente y se encuentra facultada para construir o establecer vías generales de comunicación.
Artículo 41. No podrán ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y demás dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones a los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que tratan de realizarse. Las modificaciones que posteriormente se hagan se someterán igualmente a la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones.	El presente proyecto promueve la construcción de un puente, que permitirá tener una ruta más segura y eficiente para los usuarios a nivel municipal. El presente proyecto será ejecutado por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) la cual es competente y se encuentra facultada para construir o establecer vías generales de comunicación.

II.4.13. Normas Oficiales Mexicanas.

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de Normas Oficiales Mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales determinan métodos. A continuación, se presenta el análisis de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto y las propuestas generadas por el Centro SICT Oaxaca, y que su correcta aplicación podrá reducir la afectación de los componentes ambientales, y que además deberán cumplirse por el promovente o por sus contratistas.

Tabla II. 22 Vinculación con las NOM aplicables en materia de suelos, aire y agua

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto	Parámetros Normados	Medidas para el control y cumplimiento
NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Para el caso del proyecto de la construcción de un puente, no se contempla el vertimiento o descarga de aguas residuales de ningún tipo en bienes nacionales, ya que para la ejecución de los procesos constructivos no se requiere de procesos que generen residuos de este tipo, por lo que, NO se rebasará la concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros.	→ Se establecen los Límites permisibles en cuerpos de agua: ríos, arroyos, canales, drenes; embalses, lagos y lagunas; zonas marinas mexicanas; y en Suelos: riego de áreas verdes; infiltración y otros riegos, cárstico. → Se indican los límites permisibles para metales y cianuros. Se indican la periodicidad de muestreos, análisis e informes para descargas municipales y no municipales.	No se verterá ningún tipo de agua de desechos derivada de la operación del proyecto. Se instalarán sanitarios móviles, uno 1 por cada 12 trabajadores. Se contratará a una empresa especializada y autorizada para el manejo, tratamiento y disposición adecuada de las aguas residuales domesticas generadas por el uso de sanitarios portátiles. Se mantendrán registros documentales de las disposiciones de todos los residuos generados, así como se solicitará copia de la autorización de la empresa encargada de la transportación y disposición final de los residuos.
NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad-prevención y contra incendios en los centros de trabajo	La norma será aplicable durante la construcción del proyecto por la operación de la maquinaria y los medios de transporte.	Se establecen diferentes variables para determinar: → Distancias máximas de recorrido por tipo de riesgo y clase de fuego. → Muestreo por selección aleatoria → Determinación del riesgo de incendio → Detectores de calor de uso común → Espaciamiento entre detectores → Cobertura de superficie por detector de incendios → Frecuencia de la revisión y el tipo de pruebas → Clase de Fuego y agente extintor aplicable → Características e los extintores de polvo químico seco → Especificaciones para extintores a base de agua a presión contenida	Se exigirá a los contratistas que lleven a cabo la construcción del proyecto, cuenten con un Programa de Seguridad para prevención y protección del personal contra eventualidades como incendios. Asimismo, se brindará capacitación constante al personal y se dotará de los materiales e insumos que requieran para dar cumplimiento a la presente norma.

<table>
<tr><th>Norma Oficial Mexicana</th><th>Vinculación con el Proyecto</th><th>Parámetros Normados</th><th>Medidas para el control y cumplimiento</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>→ Especificaciones para extintores a base de Espumas mecánicas
→ Guía para el usuario sobre el mantenimiento de extintores
→ Aspectos generales para la revisión y mantenimiento de extintores
→ Contenido mínimo de agente extintor</td><td></td></tr>
<tr><td>NOM-011-STPS-2001
Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.</td><td>La norma será aplicable durante la construcción del proyecto dado que todos los trabajadores se expondrán al ruido</td><td><table><tr><th>NER</th><th>TMPE</th></tr><tr><td>90 dB (A)</td><td>8 horas</td></tr><tr><td>93 dB (A)</td><td>4 horas</td></tr><tr><td>96 dB (A)</td><td>2 horas</td></tr><tr><td>99 dB (A)</td><td>1 hora</td></tr><tr><td>102 dB (A)</td><td>30 minutos</td></tr><tr><td>105 dB (A)</td><td>15 minutos</td></tr></table></td><td>Se exigirá que los niveles y tiempos máximos permisibles a los que pueden estar expuestos los trabajadores se cumpla acorde a la norma. Asimismo, se deberá generar un programa de conservación de la audición y de ser necesario, se proporcionará capacitación, adiestramiento y equipo de protección auditiva a todo el personal.</td></tr>
<tr><td>NOM-025-SSA1-2014. Salud ambiental, valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación</td><td>La norma será aplicable para medir la producción de PM10 y PM2.5 de los vehículos, maquinaria y equipo de combustión</td><td>5.2.4 Determinación del cumplimiento de los límites para PM10.
5.2.4.1. Un sitio cumple con el límite de 24 horas cuando el promedio aritmético, calculado como se indica en el punto 5.3.1.1, de esta Norma, es menor o igual que 75 µg/m^3.
5.2.4.2 Un sitio cumple con el límite anual cuando el promedio anual de los valores diarios, calculado como se indica en el punto 5.3.2.1, de esta Norma, es menor o igual que 40 µg/m^3.
5.2.5 Determinación del cumplimiento de los límites para PM2.5.
5.2.5.1 Un sitio cumple con el límite de 24 horas cuando el promedio aritmético, calculado como se indica en el punto 5.3.1.1, de esta Norma, es menor o igual que 45 µg/m^3.
5.2.5.2 Un sitio cumple con el límite anual cuando el promedio anual de los valores diarios, calculado como se indica en el punto 5.3.2.1, de esta Norma, es menor o igual que 12 µg/m^3.</td><td>Se solicitará documentos a los contratistas que muestren que la maquinaria, vehículos cumplen con los parámetros de la NOM-025-SSA1-2014.-</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Norma Oficial Mexicana</th><th>Vinculación con el Proyecto</th><th>Parámetros Normados</th><th>Medidas para el control y cumplimiento</th></tr>
<tr>
<td>NOM-041-SEMARNAT-2015
Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</td>
<td>Debido a la circulación de vehículos automotores que usan gasolina dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto se generarán emisiones de gases contaminantes, aun y cuando la verificación vehicular NO es obligatoria en el estado de Oaxaca, se deberá contemplar ejecutar medidas para no rebasar los límites máximos permisibles de esta NOM.</td>
<td>
<table>
<tr><th rowspan="2">Año - modelo vehicular</th><th rowspan="2">Hidrocarburos (HC hppm)</th><th rowspan="2">Monóxido de Carbono (CO % vol.)</th><th rowspan="2">Oxígeno (O2 % vol.)</th><th rowspan="2">Óxidos de Nitrógeno (NO, ppm)</th><th colspan="2">Dilución (CO + CO2 % vol.)</th><th rowspan="2">Factor Lambda Máx.</th></tr>
<tr><th>Mín.</th><th>Máx.</th></tr>
<tr><td>1990 y Anteriores</td><td>350</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2 500</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
<tr><td>1991 y posteriores</td><td>100</td><td>1.0</td><td>2.0</td><td>1 500</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
</table>
Nota de equivalencias: 1.- ppm o hppm (µmol/mol) y 2.- % vol. (cmol/mol).
<table>
<tr><th rowspan="2">Año modelo vehicular</th><th rowspan="2">Hidrocarburos (HC hppm)</th><th rowspan="2">Monóxido de Carbono (CO % vol.)</th><th rowspan="2">Oxígeno (O2 % vol.)</th><th colspan="2">Dilución (CO + CO2 % vol.)</th><th rowspan="2">Factor Lambda Máx.</th></tr>
<tr><th>Mín.</th><th>Máx.</th></tr>
<tr><td>1993 y Anteriores</td><td>400</td><td>3.0</td><td>2.0</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
<tr><td>1994 y posteriores</td><td>100</td><td>1.0</td><td>2.0</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
</table>
</td>
<td>Se considera que un vehículo cumple con la presente Norma Oficial Mexicana, cuando sus valores de emisión no rebasan ninguno de los límites permisibles establecidos en los parámetros anteriores, según corresponda, por lo que:
La empresa constructora deberá contar con un programa calendarizado preventivo para el mantenimiento de los equipos.
Cada vehículo deberá contar con los registros de los mantenimientos correctivos y preventivos realizados.</td>
</tr>
<tr>
<td>NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. – Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. – Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.</td>
<td>Debido a la circulación de vehículos automotores que usan gasolina dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto se generarán emisiones de gases contaminantes, aun y cuando la verificación vehicular NO es obligatoria en el estado de Oaxaca, se deberá contemplar ejecutar medidas para no rebasar los límites máximos permisibles de esta NOM.</td>
<td>
<table>
<tr><th>Año-modelo del vehículo</th><th>Coeficiente de absorción de luz (m-1)</th><th>Por ciento de opacidad (%)</th></tr>
<tr><td>2003 y anteriores</td><td>2.00</td><td>57.68</td></tr>
<tr><td>2004 y posteriores</td><td>1.50</td><td>47.53</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>Año-modelo del vehículo</th><th>Coeficiente de absorción de luz (m-1)</th><th>Por ciento de opacidad (%)</th></tr>
<tr><td>1997 y anteriores</td><td>2.25</td><td>61.99</td></tr>
<tr><td>1998 y posteriores</td><td>1.50</td><td>47.53</td></tr>
</table>
</td>
<td>Se considera que un vehículo cumple con la presente Norma Oficial Mexicana, cuando sus valores de emisión no rebasan ninguno de los límites permisibles establecidos, por lo que:
La empresa constructora deberá contar con un programa calendarizado preventivo para el mantenimiento de los equipos.
Cada vehículo deberá contar con los registros de los mantenimientos correctivos y preventivos realizados.
Se mantendrá registro documental de los resultados de la verificación para comprobar el cumplimiento de esta norma</td>
</tr>
<tr>
<td>NOM-050-SEMARNAT-2018
Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible</td>
<td>La norma será aplicable durante las actividades de preparación, construcción y operación del proyecto, en el transporte de materiales.</td>
<td>
<table>
<tr><th rowspan="2">HIDROCARBUROS (HC) µmol/mol (ppmh)a</th><th rowspan="2">MONÓXIDO DE CARBONO (CO) cmol/mol (%)</th><th rowspan="2">ÓXIDOS DE NITRÓGENO (Nox) µmol/mol (ppm)</th><th rowspan="2">OXÍGENO (O2) cmol/mol (%)</th><th colspan="2">DILUCIÓN (CO+CO2) cmol/mol (% vol)</th><th rowspan="2">FACTOR LAMBDA</th></tr>
<tr><th>MIN</th><th>MAX</th></tr>
<tr><td>200</td><td>1</td><td>1000</td><td>2</td><td>7</td><td>14.3</td><td>1.05</td></tr>
<tr><td>100</td><td>1</td><td>1000</td><td>2</td><td>7</td><td>14.3</td><td>1.05</td></tr>
<tr><td>220</td><td>1</td><td>No aplica</td><td>2b</td><td>7</td><td>14.3</td><td>1.05b</td></tr>
<tr><td>150</td><td>1</td><td>No aplica</td><td>2b</td><td>7</td><td>14.3</td><td>1.05b</td></tr>
</table>
</td>
<td>Se exigirá que los contratistas que lleven a efecto la construcción del proyecto cuenten con un Programa de Mantenimiento Preventivo que garantice que los vehículos y maquinaria se encuentren en condiciones óptimas para evitar emisiones de contaminantes.
Asimismo, quedará prohibido a todo el personal realizar acciones de mantenimiento en el área de desarrollo del proyecto o zonas cercanas, ya que esto deberá realizarse en sitios autorizados.</td>
</tr>
<tr>
<td>NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.</td>
<td>Si bien durante las prospecciones de campo no se obtuvieron registros de especies de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se deberán ejecutar acciones para la protección y preservación de especies nativas de la región.</td>
<td>Se desglosa el listado de especies con alguna categoría de riesgo.</td>
<td>El contratista durante el desmonte y despalme requerido deberá rescatar los ejemplares susceptibles de trasplantarse, reubicar y proteger los individuos de fauna, nidos y madrigueras; de igual manera es importante que durante dichas actividades se encuentre personal especializado en flora y fauna para identificar especies vegetales o animales ya que si bien no se encontraron especies listadas en la</td>
</tr>
</table>

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto	Parámetros Normados	Medidas para el control y cumplimiento
			NOM-059-SEMARNAT-2010, siempre existe la posibilidad de encontrar alguna. Invariablemente deberá ejecutarse un Programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y un Programa de Vigilancia Ambiental, que permitan prevenir y/o minimizar cualquier afectación a la vida silvestre. Dentro del programa de rescate y reubicación de flora y fauna deberán especificarse las especies susceptibles a rescate, así como las técnicas que se deben emplear durante la ejecución de dichas actividades.
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Existirá generación de ruido proveniente de los vehículos automotores, que se utilizarán durante las diversas etapas del proyecto	PESO BRUTO VEHICULAR (Kg) / LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A) Hasta 3,000 — 86 Más de 3,000 y hasta 10,000 — 92 Más de 10,000 — 99	Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción sobre todo cuando se trabaje cerca de las poblaciones para que no se exceda los límites máximos permisibles que establece la norma respectiva. El monitoreo de ruido deberá contemplarse y ejecutarse conforme al programa de vigilancia ambiental del contratista y en cumplimiento de esta norma. Se deben mantener registros documentales de las mediciones hechas con un sonómetro calibrado y con la aplicación del método de esta NOM.
NOM-083-SEMARNAT-2003; Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	Si bien el proyecto generará residuos sólidos urbanos y de manejo especial, NO se plantea diseñar, construir, operar o monitorear los sitios de disposición final de este tipo de residuos, ya que se dispondrán en sitios previamente autorizados, operados y monitoreados por entidades públicas o privadas autorizadas por las autoridades municipales correspondientes.	→ Se establecen las categorías de los sitios de disposición final de acuerdo a la cantidad de toneladas de residuos sólidos urbanos y manejo especial que se ingresan al día. → Se establecen las especificaciones para la selección del sitio. → Se indican los estudios y análisis previos requeridos para la construcción de sitios de disposición final. → Se establecen las características constructivas y operativas del sitio de disposición final, así como los requerimientos de compactación. → Se establecen las obras complementarias que deberán contener los sitios de disposición final.	El contratista deberá contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, realizando la separación, almacenamiento temporal y confinamiento especial, los cuales serán transportados a un sitio previamente autorizado por las autoridades municipales para su disposición final, en ningún caso el contratista deberá disponer los residuos en sitios no autorizados. La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes deberá de exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y transporte al sitio de disposición final, así como la copia del contrato o acuerdo realizado con las autoridades municipales, cuando la autoridad ambiental así lo solicite.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto	Parámetros Normados	Medidas para el control y cumplimiento
NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005. Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.	Vehículos automotores que usan combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se comercializan en el país.	La empresa Constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración.	La empresa constructora deberá contar con un programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos. Se deberá de contar con la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y responsabilizarse de los derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra. Se deberá desarrollar un procedimiento de actuación en caso de derrames.
NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Los residuos producto de las actividades de preparación del sitio y construcción como son los que se generaran por las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo (latas vacías, con algún contenido de pinturas, solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejaran como residuos peligrosos conforme la norma.	Se establecen: → Códigos de peligrosidad de los residuos (CPR). → Límites máximos permisibles para los constituyentes tóxicos en el extracto PECT. → Clasificación de residuos peligrosos por fuente no específica. → Clasificación de residuos peligrosos tóxicos agudos. → Clasificación de residuos peligrosos tóxicos crónicos. → Clasificación por tipo de residuos sujetos a condiciones particulares de manejo.	El contratista deberá contar con un programa integral de manejo de Residuos Peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal y confinamiento especial, los cuales deben ser manejados por una empresa especializada y autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio. La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes deberá de exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y disposición final realizada, así como la copia del contrato celebrado, cuando la autoridad ambiental así lo solicite.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	La maquinaria pesada (excavadoras, aplanadoras, etc.) que se va a utilizar durante las etapas de preparación y operación, podría presentar pequeños derrames de combustible, en especial cuando se encuentran estacionada, así que será probable que se produzca contaminación del suelo.		La empresa constructora deberá contar con un programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos. Se deberá de contar con la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y responsabilizarse de los derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra. Se deberá desarrollar un procedimiento de actuación en caso de derrames.

FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Ligera	200	200	500	NMX-AA-105-SCFI-2006
Media	1 200	1 200	5 000	NMX-AA-145-SCFI-2008
Pesada	3 000	3 000	6 000	NMX-AA-134-SCFI-2006

ÍNDICE

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIA DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 6

III.1. Delimitación y justificación de la región ecológica donde pretende establecerse el proyecto 6

III. 1.1. Delimitación de la Región Ecológica 9

III.1.2. Delimitación del área de influencia 16

III.2. Caracterización y análisis de la región ecológica (RE) 19

III.2.1. Medio Abiótico 19

III.2.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos 19

III.2.1.2. Geomorfología 37

III.2.1.3. Geología 46

III.2.1.4. Suelo 56

III.2.1.5 Hidrología 68

III.2.1.6. Hidrología subterránea 82

III.2.1.7. Aire 93

III.2.2. Medio biótico 95

III.2.2.1. Vegetación 95

III.2.2.2. Fauna 147

III.3. Medio socioeconómico 174

III.3.1. San Antonino Monte Verde 174

III.4. Diagnóstico ambiental 180

III.4.1. Componentes abióticos 180

III.4.1.1. Aire 180

III.4.1.2. Suelo 182

III.4.1.3. Hidrología 184

III.4.1.4. Geomorfología 186

III. 4.2. Componentes bióticos 187

III.4.2.1. Vegetación. 187

III.4.2.2. Fauna 188

III.4.2.3. Presencia antrópica. 189

III.5. Reporte General de Incidencias del Proyecto 191

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1 Características principales del Municipio 8
Tabla III. 2 Coordenadas de la Región Ecológica 10
Tabla III. 3 Coordenadas del Área de Influencia 17
Tabla III. 4 Tipos de Climas presentes en el municipio donde se ubica en proyecto. 20
Tabla III. 5 Datos de la estación meteorológica consultada. 21

Tabla III. 6 Datos Climatológicos de la estación Santa María Chilapa de Díaz 20028..... 23
Tabla III. 7 Códigos de colores para las seis vulnerabilidades..... 33
Tabla III. 8 Fisiografía en los municipios donde se localiza el proyecto..... 38
Tabla III. 9 Fisiografía donde se ubica el proyecto..... 39
Tabla III. 10 Geología en los Municipios del Proyecto. 46
Tabla III. 11 Eras Geológicas..... 47
Tabla III. 12 Litología presente en el Proyecto..... 48
Tabla III. 13 Escala Richter..... 52
Tabla III. 14 Regionalización sísmica según su aceleración de roca. 53
Tabla III. 15 Propiedades del suelo..... 56
Tabla III. 16 Grupos de suelos del Sistema de clasificación WRB 3ra Edición. 56
Tabla III. 17 Edafología del Municipio de San Antonino Monteverde..... 58
Tabla III. 18 Litología de la Región Ecológica..... 63
Tabla III. 19 Regiones Hidrológicas 68
Tabla III. 20 Regiones Hidrológicas Administrativas en México..... 68
Tabla III. 21 Hidrología de los municipios 69
Tabla III. 22 Características de la subcuenca del rio Mixteco. 70
Tabla III. 23 Indicadores de la Secuencia Hidrológica 75
Tabla III. 24 Índices morfométricos del cauce 01..... 79
Tabla III. 25 Normas de Calidad del Aire Vigentes..... 93
Tabla III. 26 Índice de la Calidad del Aire (IMECA)..... 94
Tabla III. 27 Uso de suelo y vegetación en la RE de acuerdo con la Serie VII de INEGI..... 100
Tabla III. 28 Uso de suelo y vegetación en la RE observado en campo..... 100
Tabla III. 29 Sitios de muestreo de flora..... 100
Tabla III. 30 Sitios de muestreo de flora..... 101
Tabla III. 31 Uso de suelo y vegetación en la RE observado en campo..... 105
Tabla III. 32 Resultados del muestreo de flora para el estrato arbóreo 111
Tabla III. 33 Resultados del muestreo de flora para el estrato arbustivo 112
Tabla III. 34 Resultados del muestreo de flora para el estrato herbáceo..... 113
Tabla III. 35 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbóreo en el área del proyecto y área de influencia del proyecto..... 119
Tabla III. 36 Relación de índices del estrato arbóreo..... 119
Tabla III. 37 Estructura vertical del estrato arbóreo..... 121
Tabla III. 38 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbustivo en el área del proyecto y área de influencia del proyecto..... 122
Tabla III. 39 Relación de índices del estrato arbustivo..... 122
Tabla III. 40 Estructura vertical del estrato arbustivo. 123
Tabla III. 41 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato herbáceo en el área del proyecto y área de influencia del proyecto..... 125
Tabla III. 42 Relación de índices del estrato herbáceo 125
Tabla III. 43 Estructura vertical del estrato herbáceo..... 126
Tabla III. 44 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbóreo en la Región Ecológica..... 128
Tabla III. 45 Relación de índices del estrato arbóreo..... 128
Tabla III. 46 Estructura vertical del estrato arbóreo..... 129
Tabla III. 47 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbustivo en la Región Ecológica..... 131
Tabla III. 48 Relación de índices del estrato arbustivo..... 131
Tabla III. 49 Estructura vertical del estrato arbustivo. 132
Tabla III. 50 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato herbáceo en la Región Ecológica..... 134
Tabla III. 51 Relación de índices del estrato arbustivo..... 135

Tabla III. 52 Estructura vertical del estrato herbáceo. 135
Tabla III. 53 Resumen del muestreo realizado, ... 143
Tabla III. 54 Especie a remover por la ejecución del proyecto 144
Tabla III. 55 Total de especies por estrato de flora que serán sujetos a remoción 144
Tabla III. 56 Clasificación del estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 146
Tabla III. 57 Riqueza de los cuatro grupos de fauna más importantes a diferentes escalas (país, estado y municipios) 147
Tabla III. 58 Plantilla utilizada para la toma de datos de herpetofauna 153
Tabla III. 59 Plantilla de toma de datos para las aves 156
Tabla III. 60 Ficha para recolección de huellas 158
Tabla III. 61 Ficha para recolección de excretas 159
Tabla III. 62 Plantilla para toma de datos de mamíferos 160
Tabla III. 63 Especies registradas en el proyecto (RE, AI y Puente) 163
Tabla III. 64 Riqueza específica de fauna en el área de proyecto. 168
Tabla III. 65 Abundancia relativa de todas las especies encontradas 169
Tabla III. 66 Índices de Biodiversidad para la Avifauna registrada en el Proyecto en la 1er temporada (RE, AI y Puente) 171
Tabla III. 67 Índices de Biodiversidad para la Avifauna registrada en el Proyecto en la 2da temporada (RE, AI y Puente) 171
Tabla III. 68 Índices de Biodiversidad para la Avifauna registrada por temporada. 172
Tabla III. 69 Índices de Biodiversidad para la Avifauna registrada en el Proyecto de las dos temporadas de muestreo (RE, AI y Puente) 172
Tabla III. 70 Índices de Biodiversidad para la Avifauna registrada en el proyecto. 172
Tabla III. 71 Registro de especies por sitio de muestreo 173
Tabla III. 72 Resumen del muestreo realizado 173
Tabla III. 73 Ponderación del aire 180
Tabla III. 74 Descripción de los valores de ponderación para el componente suelo 182
Tabla III. 75 Descripción de los valores de ponderación para el componente hidrología. 184
Tabla III. 76 Ponderación de la geomorfología 186
Tabla III. 77 Ponderación de la vegetación. 187
Tabla III. 78. Ponderación de la fauna. 188
Tabla III. 79. Ponderación de la presencia antrópica. 189
Tabla III. 80 Reporte general de incidencias. 192

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen III. 1 Esquema para delimitación de la RE 7
Imagen III. 2 Delimitación de la RE 9
Imagen III. 3 Vista Satelital de la Región Ecológica 14
Imagen III. 4 Vías de Acceso a la Región Ecológica 15
Imagen III. 5 Delimitación del AI 16
Imagen III. 6 Ubicación más cercada de la estación meteorológica al Proyecto. 24
Imagen III. 7 Climas del Estado de Oaxaca. 26
Imagen III. 8 Climas del Área del Proyecto. 27
Imagen III. 9 Isotermas del estado de Oaxaca. 28
Imagen III. 10 Isotermas de la RE y Puente del proyecto. 29
Imagen III. 11 Isoyetas del estado de Oaxaca. 30
Imagen III. 12 Isoyetas de la Región Ecológica y Puente del proyecto. 31
Imagen III. 13 Vulnerabilidades de Asentamientos Humanos a Deslaves. 35
Imagen III. 14 Vulnerabilidades de Asentamientos Humanos a inundaciones. 36
Imagen III. 15 Provincias Fisiográficas de la República Mexicana 37
Imagen III. 16 Subprovincias Fisiográficas de la Sierra Madre del Sur 39
Imagen III. 17 Provincias Fisiográficas del proyecto. 40

Imagen III. 18 Subprovincias Fisiográficas del proyecto. 41
Imagen III. 19 Topoformas presentes en el área del proyecto. 42
Imagen III. 20 Topografía presente en la Región Ecológica. 43
Imagen III. 21 Topografía presente en el Área del Proyecto. 44
Imagen III. 22 Modelo Digital de Elevaciones del Área de Influencia. 45
Imagen III. 23 Geología en el estado de Oaxaca. 50
Imagen III. 24 Geología presente en el Proyecto. 51
Imagen III. 25 Volcanes de México 54
Imagen III. 26 Región sísmica a la que pertenece el Área del Proyecto. 55
Imagen III. 27 Proceso de descripción del suelo. 59
Imagen III. 28 Edafología en el estado de Oaxaca. 66
Imagen III. 29 Edafología del Puente del proyecto 67
Imagen III. 30 Regiones Hidrológicas Administrativas en México. 69
Imagen III. 31 Región Hidrológica del proyecto 71
Imagen III. 32 Cuencas hidrográficas del proyecto. 72
Imagen III. 33 Subcuencas hidrográficas del proyecto 73
Imagen III. 34 Magnitud de Orden y Nivel de Corriente de una Microcuenca 74
Imagen III. 35 (Puente) Río San Antonio 76
Imagen III. 36 Localización del acuífero Huajuapan de león 2014 Oaxaca 82
Imagen III. 37 Localización de los Acuíferos Huajuapan de León y Tamazulapan 83
Imagen III. 38 Localización del acuífero Tamazulapan 2015 Oaxaca. 88
Imagen III. 39 Usos de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII 98
Imagen III. 40 Uso de suelo y vegetación ajustado a lo observado en campo 99
Imagen III. 41 Forma y tamaño de los sitios de muestreo 101
Imagen III. 42 Sitios de Muestreo de Flora en la RE 103
Imagen III. 43 Sitios de Muestreo de Flora en Área del proyecto y área de influencia 104
Imagen III. 44 Afectación del puente. 145
Imagen III. 45 Trampeo de pequeños reptiles 151
Imagen III. 46 Trampeo de pequeños reptiles 152
Imagen III. 47 Forma de manipulación de reptiles. 152
Imagen III. 48 Forma de manipulación de reptiles (lagartijas) 153
Imagen III. 49 Métodos de identificación de aves (conteos oportunísticos) 154
Imagen III. 50 Observación directa para Aves 155
Imagen III. 51 Conteos visuales 155
Imagen III. 52 Metodología para la identificación de huellas 157
Imagen III. 53 Unidad de muestreo para mamíferos 159
Imagen III. 54 Sitios de Muestreo de la Fauna en la RE 166
Imagen III. 55 Sitios de Muestreo de la Fauna en el puente y AI 167
Imagen III. 56 Comunidades Indígenas presentes en la RE 179
Imagen III. 57 Diagnóstico Ambiental a la calidad del Aire 181
Imagen III. 58 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (Componente suelo) 183
Imagen III. 59 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (Componente Agua). 185
Imagen III. 60 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (Componente geomorfología). 186
Imagen III. 61. Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente vegetación). 187
Imagen III. 62 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente fauna). 188
Imagen III. 63. Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente presencia antrópica). 190

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica III. 1 Climograma de la estación meteorológica más cercana. 21
Gráfica III. 2 Uso de Suelo y vegetación en la microcuenca 77
Gráfica III. 3 Datos climáticos 78
Gráfica III. 4 Coeficiente de Escurrimiento 78

Gráfica III. 5 Modelación de lluvia del Río San Antonio 78
Gráfica III. 6 Perfil de Elevaciones del Río San Antonio 79
Gráfica III. 7 IVIE del estrato arbóreo 120
Gráfica III. 8 Estructura vertical del estrato arbóreo. 121
Gráfica III. 9 IVIE del estrato arbustivo 123
Gráfica III. 10 Estructura vertical del estrato arbustivo. 124
Gráfica III. 11 IVIE del estrato herbáceo 126
Gráfica III. 12 Estructura vertical del estrato arbustivo. 127
Gráfica III. 13 IVIE del estrato arbóreo 129
Gráfica III. 14 Estructura vertical del estrato arbóreo. 130
Gráfica III. 15 IVIE del estrato arbustivo 132
Gráfica III. 16 Estructura vertical del estrato arbustivo. 133
Gráfica III. 17 IVIE del estrato herbáceo 135
Gráfica III. 18Estructura vertical del estrato arbustivo. 136
Gráfica III. 19 Curva de acumulación de especies. 139
Gráfica III. 20 especies de individuos registrados 168
Gráfica III. 21 Distribución poblacional por grupo de edad 174
Gráfica III. 22 Población que habla alguna lengua indígena. 175
Gráfica III. 23 Viviendas particulares habitadas. 175
Gráfica III. 24 Tiempo de traslado al trabajo. 176
Gráfica III. 25 Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más. 177
Gráfica III. 26 Discapacidades por tipo de actividad cotidiana. 178
Gráfica III. 27 Causas u orígenes de las discapacidades presentes en la población. 178

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía III. 1 Tipos de roca en el Proyecto. 49
Fotografía III. 2 Tipos de suelo en el Proyecto 64
Fotografía III. 3 Vista actual del Río San Antonio 80
Fotografía III. 4 Calidad de Agua 81
Fotografía III. 5 Obtención de datos dasométricos 102
Fotografía III. 6 Uso de dron para prospección de campo 102
Fotografía III. 7 Pastizal inducido en el área del proyecto 106
Fotografía III. 8 Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en la RE. 107
Fotografía III. 9 Agricultura de temporal anual en la RE. 109
Fotografía III. 10 Asentamientos humanos en la RE. 110
Fotografía III. 11 Condiciones ambientales de la flora en donde se ejecutará el proyecto 140
Fotografía III. 12 Monitoreo de Aves 154
Fotografía III. 13 Trampas y registro de huella 157
Fotografía III. 14 Equipo para muestreo de Fauna Silvestre 158
Fotografía III. 15 Trampas Sherman 160
Fotografía III. 16 Ejemplo de colocación de trampas cámara 161
Fotografía III. 17 equipo para monitoreo de fauna 161
Fotografía III. 18 Especies de la fauna registrada en el proyecto (RE, AI y Puente) 163

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIA DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

III.1. Delimitación y justificación de la región ecológica donde pretende establecerse el proyecto

La delimitación de la Región Ecológica (RE) equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Lo anterior implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo orientado a concretar la necesidad de delimitar una Región Ecológica, ésta se puede alcanzar con la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental. Para poder determinar la Región Ecológica (RE), se realizará un análisis previo de los municipios en el que incide el proyecto, para poder determinar las condiciones generales del área de estudio. Para entender el contexto de la Región Ecológica Local, a continuación, se presentan las generalidades de los Municipios en el cual se desarrolla el proyecto:

Fundamento Jurídico

Este apartado se desarrolla de acuerdo con lo dispuesto en la Fracción IV del Artículo 13 del Reglamento de evaluación de Impacto Ambiental (REIA) que dispone la obligación de incluir en la MIA-P una "Descripción de la Región Ecológica (RE) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región". En este sentido y en cumplimiento de lo establecido, se presenta la RE donde se ubica el proyecto, cuyo objetivo principal será la delimitación de este sistema, posteriormente la caracterización y descripción de sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, finalmente, las tendencias del desarrollo y deterioro de la región, traducido en un diagnóstico objetivo para conocer la calidad ambiental que caracteriza a dicha RE. Lo anterior resulta fundamental e imprescindible en la evaluación de los impactos ambientales y las propuestas de las medidas de mitigación, compensación, prevención o restauración en su caso. La delimitación de la Región Ecológica (RE) equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Lo anterior implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo orientado a concretar la necesidad de delimitar una Región Ecológica, ésta se puede alcanzar con la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental. Es por lo tanto a través de esta noción de la Región ecológica que es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y el funcionamiento del o los ecosistemas y efectuar previsiones respecto de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto. Son muy diversas las afectaciones o impactos que ocasiona la construcción de un puente, ya sea nueva o modernizada, por ello la definición de la Región Ecológica (RE) es un tema muy significativo que debe hacerse utilizando de forma jerárquica criterios y componentes, por ejemplo hidrológicos, geomorfológicos, florísticos, distribución de fauna, ANP´s, UGA´s, aspectos sociales (límites políticos, poblados, carreteras, etc.), aspectos jurídicos, como ordenamientos ecológicos, estatales, municipales, planes de desarrollo municipales, entre otros, cuya intención sea identificar unidades espaciales homogéneas tanto en su estructura como en su función. Los criterios técnicos, normativos y de planificación utilizados para establecer la RE donde se encuentra inserto el proyecto que nos ocupa, en la siguiente imagen se muestra el modelo metodológico para la delimitación de la RE.

Delimitación de la Región Ecológica

La Región Ecológica, representa un espacio territorial específico, con condiciones homogéneas relativas en el cual se pueda proyectar la evaluación del impacto ambiental.

Al tener definida la RE, es factible identificar y evaluar las interacciones e interdependencia que caracterizan la estructura y funcionamiento de uno o más ecosistemas y efectuar previsiones de los efectos de las interacciones entre el ambiente y el proyecto a realizar.

La Región Ecológica puede definirse como: el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer el proyecto, el cual se encuentra formado por uno o un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

Imagen III. 1 Esquema para delimitación de la RE



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Niveles considerados para delimitar la RE

La figura anterior muestra las escalas utilizadas o tomadas en cuenta para delimitar la RE.

1er. Nivel Macroescala: Fisiografía, Cuencas hidrológicas, Subcuencas, Regionalización y POET (UGA´s), Sitios importantes para la conservación, ANP (nivel federal, estatal o municipal, en su caso), Sitios RAMSAR, AICAS, RHP y RTP.

2do. Nivel: Geosistemas (Unidades de relieve o geoformas), Tipos de suelo (cartografía INEGI), Geología (cartografía INEGI), Hidrología artrografía INEGI)

3er. Nivel: Aspectos sociales (poblados, comunidades, ejidos, predios o parcelas). Infraestructura: caminos, carreteras, terracerías, canales de riego etc.).

Procedimiento de regionalización, sobreposición de mapas mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG)

Para delimitar preliminarmente la RE fue importante la realización de un procedimiento de regionalización, sobreponiendo mapas en un SIG y considerando en orden decreciente en cuanto a tamaño las cuencas, subcuencas, microcuencas, las Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s) precisadas en un ordenamiento ecológico vigente, así mismo, las principales geoformas, distribución de los diferentes tipos de suelo, vegetación y área de distribución de especies de particular importancia, entre otros.

Cada uno de los componentes tiene distinta escala de representatividad espacial, ya que la escala a la que ocurren los cambios principales en componentes como el clima, la hidrología (cuencas y subcuencas) o la geología de una región, ocurren a escalas de reconocimiento (1:1'000,000, 1: 500,000 o 1: 250,000); se organizaron a partir de los aspectos funcionales, siguiendo un orden jerárquico de geosistemas.

El análisis de un sistema considerando como límites físicos los parteaguas de las cuencas o subcuencas hidrológicas, incluyéndose todos sus cuerpos de agua y escorrentías, resulta en primera instancia, un buen límite para establecer la RE ya que muchos de los procesos dentro del sistema están fuertemente relacionados con el factor agua. Este límite puede ser adecuado para un proyecto de grandes dimensiones y que impactará diversos recursos dentro de la cuenca, no obstante, puede ser que el tamaño de las cuencas o subcuencas resulten desproporcionadamente grandes con respecto al proyecto o a los demás componentes ambientales; por lo que, se corre el riesgo de sobrevaluar componentes dentro de un sistema y analizar componentes que se expresan a escalas de menor resolución como la vegetación, haciendo descripciones muy extensas de tipos de vegetación que no tendrán ninguna relación con el proyecto, pero que se encuentran dentro de la cuenca.

Por otro lado, si la Región Ecológica se define a partir de límites de componentes con representatividad a nivel detallado, como puede ser la distribución de determinados tipos de vegetación, el área así determinada no permitirá evaluar la variabilidad en componentes de mayor escala de representación como la geología o efectos en corredores de desplazamiento de fauna y rutas migratorias.

Para la delimitación de la RE, a continuación, se muestra una tabla comparativa de los principales rasgos físicos de los municipios en los que se desarrolla el proyecto:

Tabla III. 1 Características principales del Municipio

Clima	Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (73.02%), templado subhúmedo con lluvias en verano, más húmedos (19.24%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano (7.74%).
Fisiografía	El proyecto se ubica en la Provincia Sierra Madre del Sur y Subprovincia Mixteca Alta. Donde tiene un sistema de topoformas de lomeríos con cañadas y Sierra alta compleja
Hidrografía	Se ubica en la Región Hidrológica RH18 Balsas, dentro de la cuenca RH18A R. Atoyac y en la subcuenca RH18Af R. Mixteco de tipo Exorreica
Uso de Suelo	Existe un uso de suelo potencialmente agrícola y sitios con zona urbana.
Vegetación	Vegetación secundaria arbórea de Bosque de encino y pastizal inducido.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

III. 1.1. Delimitación de la Región Ecológica

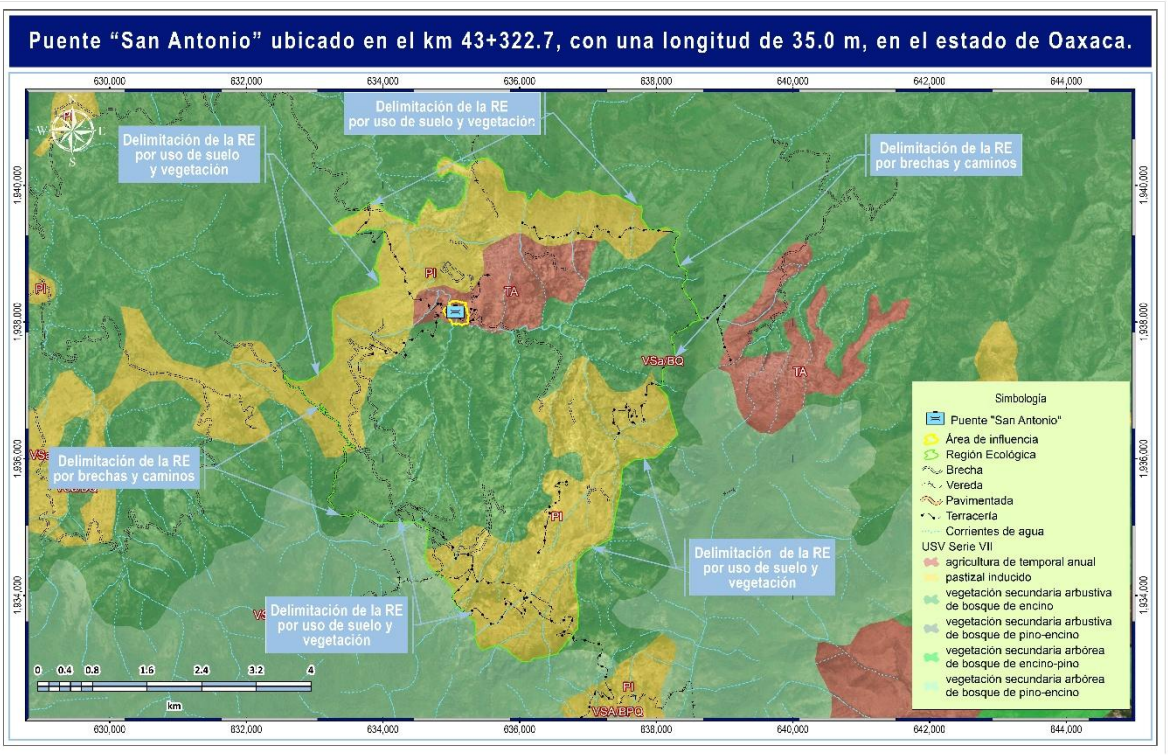
Para delimitar la Región Ecológica del proyecto: Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**, se emplearon los siguientes criterios

- Uso de Suelo y Vegetación
- Topografía (relieve), Vías de comunicación
- Hidrología (corrientes de agua)

La delimitación de la Región Ecológica se realizó considerando lo siguiente:
Condición: condiciones de uso de suelo, que establecen un límite de actuación de los impactos generados directamente por el proyecto.
Uso de suelo y vegetación: Información geoespacial que muestra la distribución del uso del suelo agrícola, de la vegetación natural e inducida del país, además indica el uso pecuario y forestal y otros usos que se presentan en el territorio relacionados con la cubierta vegetal.
Hidrología: Es cartografía de cuerpos de agua y elementos que actúan como barreras de la RE.

En la siguiente figura se muestra la delimitación de la Región Ecológica.

Imagen III. 2 Delimitación de la RE



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se muestra en la imagen anterior, la Región Ecológica se trata de un polígono que considera los principales elementos para poder definirlo de manera clara, se trata de un polígono de forma irregular de 2612.44ha que se encuentra totalmente inmerso en un uso de la tierra definido como Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, Pastizal cultivado y agricultura de temporal anual, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de dicho polígono, las cuales están calculadas para la zona 14N con el datum WGS84.

Tabla III. 2 Coordenadas de la Región Ecológica

Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
1	633,377.52	1,938,364.64	-97°44'36.510"	+17°31'39.419"
2	633,837.62	1,938,476.77	-97°44'20.883"	+17°31'42.968"
3	633,955.57	1,938,536.64	-97°44'16.870"	+17°31'44.891"
4	633,949.59	1,938,656.80	-97°44'17.046"	+17°31'48.801"
5	633,933.52	1,938,718.81	-97°44'17.577"	+17°31'50.822"
6	633,866.45	1,938,789.04	-97°44'19.835"	+17°31'53.121"
7	633,896.92	1,938,846.61	-97°44'18.789"	+17°31'54.987"
8	633,926.72	1,938,991.47	-97°44'17.746"	+17°31'59.693"
9	634,010.04	1,939,161.55	-97°44'14.882"	+17°32'05.209"
10	634,014.31	1,939,346.69	-97°44'14.696"	+17°32'11.231"
11	633,763.36	1,939,365.71	-97°44'23.202"	+17°32'11.904"
12	633,535.80	1,939,251.88	-97°44'30.944"	+17°32'08.250"
13	633,272.23	1,939,297.66	-97°44'39.871"	+17°32'09.796"
14	633,207.64	1,939,365.30	-97°44'42.046"	+17°32'12.010"
15	633,396.13	1,939,506.50	-97°44'35.623"	+17°32'16.563"
16	633,596.33	1,939,581.26	-97°44'28.817"	+17°32'18.952"
17	633,784.82	1,939,722.46	-97°44'22.393"	+17°32'23.505"
18	633,889.33	1,939,795.45	-97°44'18.833"	+17°32'25.857"
19	633,930.60	1,939,718.65	-97°44'17.451"	+17°32'23.350"
20	634,110.43	1,939,571.66	-97°44'11.386"	+17°32'18.529"
21	634,236.62	1,939,533.62	-97°44'07.115"	+17°32'17.264"
22	634,510.24	1,939,421.78	-97°43'57.862"	+17°32'13.567"
23	634,504.15	1,939,500.26	-97°43'58.051"	+17°32'16.121"
24	634,563.35	1,939,638.41	-97°43'56.012"	+17°32'20.603"
25	634,662.06	1,939,796.15	-97°43'52.629"	+17°32'25.713"
26	634,673.04	1,939,797.53	-97°43'52.256"	+17°32'25.755"
27	634,801.56	1,939,632.83	-97°43'47.935"	+17°32'20.369"
28	635,080.80	1,939,692.53	-97°43'38.452"	+17°32'22.251"
29	635,190.26	1,939,848.78	-97°43'34.705"	+17°32'27.310"
30	635,222.82	1,940,112.66	-97°43'33.541"	+17°32'35.888"
31	635,157.31	1,940,140.63	-97°43'35.756"	+17°32'36.812"
32	635,013.06	1,940,196.89	-97°43'40.635"	+17°32'38.674"
33	634,960.17	1,940,198.11	-97°43'42.428"	+17°32'38.725"
34	634,843.17	1,940,116.40	-97°43'46.414"	+17°32'36.092"
35	634,780.34	1,940,210.43	-97°43'48.524"	+17°32'39.165"
36	634,800.12	1,940,328.78	-97°43'47.826"	+17°32'43.011"
37	634,878.91	1,940,407.75	-97°43'45.136"	+17°32'45.563"
38	634,922.92	1,940,418.75	-97°43'43.641"	+17°32'45.911"
39	635,056.10	1,940,341.44	-97°43'39.143"	+17°32'43.367"
40	635,212.96	1,940,258.43	-97°43'33.842"	+17°32'40.632"
41	635,361.18	1,940,374.09	-97°43'28.789"	+17°32'44.362"
42	635,441.13	1,940,398.71	-97°43'26.072"	+17°32'45.146"
43	635,546.93	1,940,396.26	-97°43'22.485"	+17°32'45.043"
44	635,624.75	1,940,328.31	-97°43'19.861"	+17°32'42.815"
45	635,746.96	1,940,230.16	-97°43'15.739"	+17°32'39.596"
46	635,786.41	1,940,032.91	-97°43'14.447"	+17°32'33.170"
47	635,825.93	1,939,914.54	-97°43'13.133"	+17°32'29.310"
48	635,983.68	1,939,914.52	-97°43'07.784"	+17°32'29.275"
49	636,002.30	1,939,910.80	-97°43'07.153"	+17°32'29.150"
50	636,082.31	1,939,894.77	-97°43'04.444"	+17°32'28.611"
51	636,101.99	1,939,796.14	-97°43'03.799"	+17°32'25.398"
52	636,154.10	1,939,778.80	-97°43'02.036"	+17°32'24.823"
53	636,269.59	1,939,939.66	-97°42'58.083"	+17°32'30.030"
54	636,419.64	1,939,832.67	-97°42'53.019"	+17°32'26.517"
55	636,479.68	1,939,801.65	-97°42'50.990"	+17°32'25.495"
56	636,601.50	1,939,846.66	-97°42'46.849"	+17°32'26.932"
57	636,691.33	1,939,921.28	-97°42'43.785"	+17°32'29.340"
58	636,850.80	1,939,880.58	-97°42'38.387"	+17°32'27.980"
59	637,037.16	1,939,929.19	-97°42'32.056"	+17°32'29.521"
60	637,220.47	1,939,845.56	-97°42'25.859"	+17°32'26.760"
61	637,406.22	1,939,867.73	-97°42'19.555"	+17°32'27.439"
62	637,549.86	1,939,785.02	-97°42'14.703"	+17°32'24.717"
63	637,706.71	1,939,702.00	-97°42'09.403"	+17°32'21.981"
64	637,784.67	1,939,700.19	-97°42'06.760"	+17°32'21.905"
65	637,796.49	1,939,631.64	-97°42'06.375"	+17°32'19.672"
66	637,781.54	1,939,526.62	-97°42'06.906"	+17°32'16.259"
67	637,883.62	1,939,377.64	-97°42'03.479"	+17°32'11.390"
68	637,944.47	1,939,338.63	-97°42'01.425"	+17°32'10.107"
69	638,146.46	1,939,390.65	-97°41'54.563"	+17°32'11.754"
70	638,233.86	1,939,335.34	-97°41'51.612"	+17°32'09.936"
71	638,320.10	1,939,322.59	-97°41'48.691"	+17°32'09.502"
72	638,345.08	1,939,301.45	-97°41'47.849"	+17°32'08.809"
73	638,341.24	1,939,274.55	-97°41'47.985"	+17°32'07.934"
74	638,300.88	1,939,218.82	-97°41'49.367"	+17°32'06.130"
75	638,297.04	1,939,170.77	-97°41'49.508"	+17°32'04.568"
76	638,268.21	1,939,122.73	-97°41'50.497"	+17°32'03.011"
77	638,264.37	1,939,078.53	-97°41'50.638"	+17°32'01.574"

Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
78	638,333.55	1,938,847.92	-97°41'48.345"	+17°31'54.057"
79	638,352.77	1,938,811.40	-97°41'47.702"	+17°31'52.864"
80	638,393.13	1,938,796.03	-97°41'46.337"	+17°31'52.355"
81	638,437.33	1,938,767.20	-97°41'44.845"	+17°31'51.408"
82	638,452.70	1,938,746.06	-97°41'44.329"	+17°31'50.716"
83	638,437.33	1,938,713.39	-97°41'44.858"	+17°31'49.657"
84	638,445.02	1,938,678.80	-97°41'44.605"	+17°31'48.530"
85	638,450.78	1,938,642.29	-97°41'44.418"	+17°31'47.341"
86	638,427.72	1,938,605.77	-97°41'45.208"	+17°31'46.158"
87	638,381.60	1,938,550.04	-97°41'46.785"	+17°31'44.355"
88	638,408.50	1,938,450.11	-97°41'45.896"	+17°31'41.098"
89	638,464.23	1,938,382.85	-97°41'44.022"	+17°31'38.898"
90	638,514.20	1,938,317.51	-97°41'42.343"	+17°31'36.761"
91	638,564.17	1,938,236.79	-97°41'40.668"	+17°31'34.124"
92	638,594.91	1,938,181.06	-97°41'39.638"	+17°31'32.304"
93	638,600.68	1,938,123.41	-97°41'39.456"	+17°31'30.427"
94	638,639.11	1,938,058.07	-97°41'38.168"	+17°31'28.293"
95	638,664.10	1,938,038.85	-97°41'37.325"	+17°31'27.662"
96	638,579.54	1,938,011.95	-97°41'40.199"	+17°31'26.806"
97	638,527.65	1,937,992.73	-97°41'41.962"	+17°31'26.192"
98	638,489.22	1,937,952.37	-97°41'43.275"	+17°31'24.888"
99	638,443.09	1,937,915.86	-97°41'44.847"	+17°31'23.710"
100	638,373.91	1,937,881.27	-97°41'47.201"	+17°31'22.600"
101	638,291.27	1,937,850.52	-97°41'50.010"	+17°31'21.618"
102	638,258.60	1,937,817.85	-97°41'51.126"	+17°31'20.563"
103	638,218.25	1,937,781.33	-97°41'52.503"	+17°31'19.384"
104	638,224.01	1,937,731.37	-97°41'52.319"	+17°31'17.757"
105	638,256.68	1,937,671.79	-97°41'51.225"	+17°31'15.812"
106	638,272.06	1,937,591.08	-97°41'50.722"	+17°31'13.183"
107	638,281.67	1,937,487.30	-97°41'50.421"	+17°31'09.804"
108	638,247.07	1,937,425.81	-97°41'51.608"	+17°31'07.811"
109	638,181.73	1,937,379.68	-97°41'53.834"	+17°31'06.326"
110	638,156.75	1,937,341.25	-97°41'54.690"	+17°31'05.081"
111	638,114.47	1,937,320.11	-97°41'56.128"	+17°31'04.402"
112	638,093.33	1,937,300.89	-97°41'56.850"	+17°31'03.782"
113	638,095.25	1,937,247.08	-97°41'56.797"	+17°31'02.031"
114	638,099.10	1,937,112.56	-97°41'56.698"	+17°30'57.654"
115	638,095.25	1,937,070.28	-97°41'56.838"	+17°30'56.279"
116	638,029.30	1,937,064.90	-97°41'59.075"	+17°30'56.119"

Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
117	638,158.47	1,936,929.60	-97°41'54.727"	+17°30'51.688"
118	638,206.47	1,936,716.79	-97°41'53.149"	+17°30'44.755"
119	638,317.21	1,936,356.99	-97°41'49.478"	+17°30'33.025"
120	638,003.53	1,936,023.57	-97°42'00.190"	+17°30'22.248"
121	637,671.79	1,935,981.63	-97°42'11.447"	+17°30'20.957"
122	637,503.43	1,935,853.23	-97°42'17.185"	+17°30'16.817"
123	637,478.87	1,935,506.49	-97°42'18.098"	+17°30'05.542"
124	637,405.86	1,935,210.49	-97°42'20.641"	+17°29'55.929"
125	637,347.47	1,934,831.47	-97°42'22.708"	+17°29'43.611"
126	636,962.71	1,934,641.92	-97°42'35.796"	+17°29'37.529"
127	636,827.03	1,934,496.22	-97°42'40.429"	+17°29'32.819"
128	636,818.62	1,934,132.58	-97°42'40.798"	+17°29'20.991"
129	636,861.31	1,933,833.91	-97°42'39.419"	+17°29'11.265"
130	636,854.05	1,933,519.87	-97°42'39.737"	+17°29'01.050"
131	636,548.53	1,933,147.71	-97°42'50.179"	+17°28'49.010"
132	636,322.54	1,933,094.67	-97°42'57.852"	+17°28'47.334"
133	636,208.64	1,933,088.68	-97°43'01.715"	+17°28'47.164"
134	636,153.46	1,933,037.69	-97°43'03.597"	+17°28'45.518"
135	636,030.70	1,933,037.65	-97°43'07.759"	+17°28'45.543"
136	635,868.58	1,933,151.66	-97°43'13.229"	+17°28'49.287"
137	635,831.58	1,933,205.64	-97°43'14.471"	+17°28'51.052"
138	635,715.46	1,933,265.64	-97°43'18.394"	+17°28'53.029"
139	635,591.69	1,933,254.62	-97°43'22.592"	+17°28'52.697"
140	635,459.60	1,933,196.65	-97°43'27.083"	+17°28'50.840"
141	635,387.47	1,933,277.64	-97°43'29.510"	+17°28'53.491"
142	635,347.46	1,933,385.64	-97°43'30.841"	+17°28'57.013"
143	635,359.68	1,933,600.64	-97°43'30.378"	+17°29'04.005"
144	635,236.48	1,933,732.62	-97°43'34.525"	+17°29'08.325"
145	635,128.68	1,933,806.68	-97°43'38.163"	+17°29'10.758"
146	635,054.54	1,933,865.65	-97°43'40.663"	+17°29'12.692"
147	635,025.59	1,933,954.64	-97°43'41.624"	+17°29'15.594"
148	635,037.70	1,934,099.69	-97°43'41.181"	+17°29'20.310"
149	634,955.67	1,934,174.66	-97°43'43.945"	+17°29'22.767"
150	634,873.52	1,934,265.69	-97°43'46.709"	+17°29'25.746"
151	634,761.57	1,934,343.66	-97°43'50.487"	+17°29'28.307"
152	634,672.68	1,934,424.65	-97°43'53.482"	+17°29'30.961"
153	634,612.50	1,934,557.68	-97°43'55.493"	+17°29'35.302"
154	634,629.57	1,934,679.68	-97°43'54.886"	+17°29'39.267"
155	634,670.66	1,934,975.71	-97°43'53.426"	+17°29'48.889"

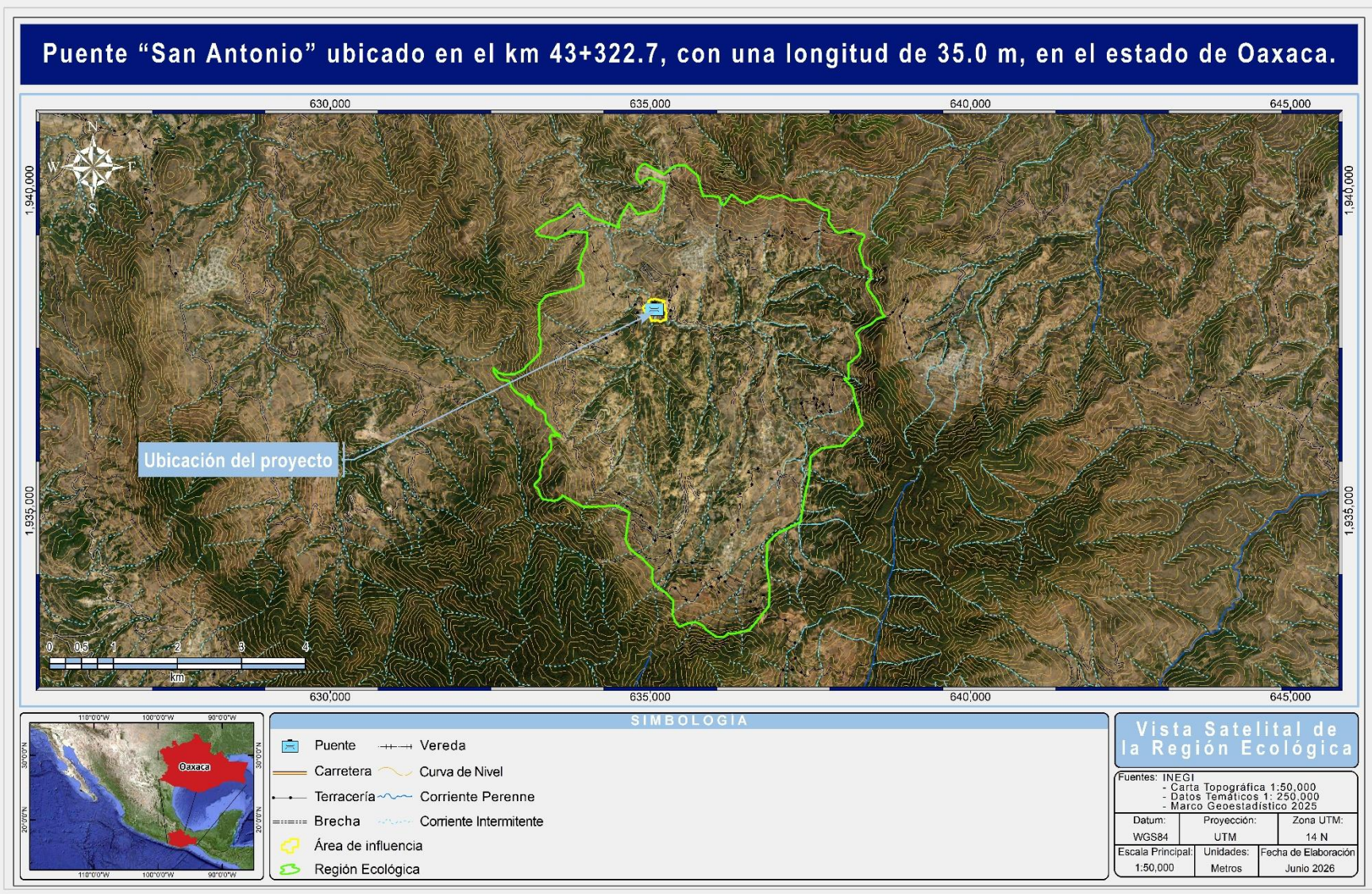
Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
156	634,483.57	1,935,080.67	-97°43'59.746"	+17°29'52.344"
157	634,372.47	1,935,087.67	-97°44'03.511"	+17°29'52.596"
158	634,260.60	1,935,071.68	-97°44'07.307"	+17°29'52.100"
159	634,109.43	1,935,069.67	-97°44'12.433"	+17°29'52.067"
160	633,949.50	1,935,068.66	-97°44'17.855"	+17°29'52.069"
161	633,627.43	1,935,243.65	-97°44'28.735"	+17°29'57.831"
162	633,609.07	1,935,212.38	-97°44'29.365"	+17°29'56.818"
163	633,550.27	1,935,173.49	-97°44'31.367"	+17°29'55.565"
164	633,496.46	1,935,161.96	-97°44'33.194"	+17°29'55.202"
165	633,408.05	1,935,171.57	-97°44'36.189"	+17°29'55.533"
166	633,315.81	1,935,188.86	-97°44'39.313"	+17°29'56.116"
167	633,292.75	1,935,225.38	-97°44'40.086"	+17°29'57.308"
168	633,252.39	1,935,329.15	-97°44'41.432"	+17°30'00.693"
169	633,237.45	1,935,354.84	-97°44'41.932"	+17°30'01.532"
170	633,209.11	1,935,374.52	-97°44'42.889"	+17°30'02.178"
171	633,190.22	1,935,393.41	-97°44'43.525"	+17°30'02.797"
172	633,191.59	1,935,415.16	-97°44'43.474"	+17°30'03.504"
173	633,238.24	1,935,468.19	-97°44'41.880"	+17°30'05.219"
174	633,268.15	1,935,507.55	-97°44'40.857"	+17°30'06.493"
175	633,288.62	1,935,536.67	-97°44'40.157"	+17°30'07.437"
176	633,276.81	1,935,595.71	-97°44'40.544"	+17°30'09.360"
177	633,278.07	1,935,630.30	-97°44'40.494"	+17°30'10.485"
178	633,299.64	1,935,690.17	-97°44'39.749"	+17°30'12.428"
179	633,312.23	1,935,730.31	-97°44'39.313"	+17°30'13.731"
180	633,305.93	1,935,802.73	-97°44'39.510"	+17°30'16.089"
181	633,364.97	1,935,849.96	-97°44'37.498"	+17°30'17.612"
182	633,381.50	1,935,868.06	-97°44'36.934"	+17°30'18.198"
183	633,390.16	1,935,897.98	-97°44'36.633"	+17°30'19.169"
184	633,415.35	1,935,927.10	-97°44'35.773"	+17°30'20.111"
185	633,439.75	1,935,950.72	-97°44'34.940"	+17°30'20.874"
186	633,450.77	1,935,960.16	-97°44'34.564"	+17°30'21.179"
187	633,448.91	1,936,021.33	-97°44'34.614"	+17°30'23.170"
188	633,447.47	1,936,068.36	-97°44'34.652"	+17°30'24.700"
189	633,446.83	1,936,089.49	-97°44'34.669"	+17°30'25.387"
190	633,434.27	1,936,110.54	-97°44'35.090"	+17°30'26.075"
191	633,424.70	1,936,139.26	-97°44'35.408"	+17°30'27.011"
192	633,435.78	1,936,170.99	-97°44'35.025"	+17°30'28.041"
193	633,456.44	1,936,188.12	-97°44'34.321"	+17°30'28.594"
194	633,493.21	1,936,186.11	-97°44'33.075"	+17°30'28.521"

Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
195	633,533.01	1,936,182.58	-97°44'31.726"	+17°30'28.397"
196	633,563.74	1,936,176.03	-97°44'30.686"	+17°30'28.178"
197	633,592.96	1,936,159.91	-97°44'29.699"	+17°30'27.647"
198	633,577.34	1,936,188.12	-97°44'30.222"	+17°30'28.568"
199	633,543.59	1,936,207.27	-97°44'31.362"	+17°30'29.198"
200	633,504.30	1,936,228.93	-97°44'32.689"	+17°30'29.911"
201	633,469.03	1,936,274.27	-97°44'33.875"	+17°30'31.394"
202	633,459.43	1,936,306.51	-97°44'34.193"	+17°30'32.445"
203	633,423.22	1,936,334.06	-97°44'35.415"	+17°30'33.349"
204	633,386.22	1,936,378.93	-97°44'36.659"	+17°30'34.817"
205	633,366.54	1,936,411.99	-97°44'37.319"	+17°30'35.897"
206	633,357.10	1,936,508.02	-97°44'37.618"	+17°30'39.023"
207	633,348.44	1,936,523.77	-97°44'37.908"	+17°30'39.537"
208	633,328.76	1,936,539.51	-97°44'38.572"	+17°30'40.053"
209	633,306.72	1,936,559.19	-97°44'39.315"	+17°30'40.698"
210	633,268.94	1,936,582.02	-97°44'40.591"	+17°30'41.449"
211	633,217.77	1,936,610.35	-97°44'42.319"	+17°30'42.382"
212	633,194.16	1,936,630.82	-97°44'43.115"	+17°30'43.053"
213	633,182.35	1,936,675.69	-97°44'43.505"	+17°30'44.515"
214	633,154.01	1,936,716.62	-97°44'44.457"	+17°30'45.853"
215	633,122.53	1,936,748.89	-97°44'45.517"	+17°30'46.909"
216	633,105.99	1,936,774.08	-97°44'46.072"	+17°30'47.732"
217	633,096.55	1,936,794.55	-97°44'46.388"	+17°30'48.400"
218	633,085.53	1,936,793.76	-97°44'46.762"	+17°30'48.377"
219	633,092.61	1,936,767.00	-97°44'46.528"	+17°30'47.505"
220	633,104.42	1,936,735.51	-97°44'46.134"	+17°30'46.478"
221	633,125.67	1,936,707.96	-97°44'45.420"	+17°30'45.577"
222	633,140.63	1,936,678.84	-97°44'44.919"	+17°30'44.626"
223	633,141.42	1,936,653.65	-97°44'44.898"	+17°30'43.807"
224	633,125.67	1,936,673.33	-97°44'45.428"	+17°30'44.450"
225	633,115.44	1,936,694.58	-97°44'45.770"	+17°30'45.144"
226	633,096.55	1,936,704.81	-97°44'46.408"	+17°30'45.481"
227	633,076.08	1,936,714.26	-97°44'47.100"	+17°30'45.792"
228	633,057.98	1,936,726.85	-97°44'47.711"	+17°30'46.206"
229	633,029.64	1,936,769.36	-97°44'48.662"	+17°30'47.595"
230	633,003.01	1,936,789.86	-97°44'49.561"	+17°30'48.268"
231	632,973.35	1,936,809.53	-97°44'50.562"	+17°30'48.914"
232	632,931.44	1,936,830.48	-97°44'51.978"	+17°30'49.605"
233	632,887.95	1,936,869.33	-97°44'53.444"	+17°30'50.878"

Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
234	632,853.32	1,936,913.41	-97°44'54.609"	+17°30'52.319"
235	632,828.13	1,936,940.17	-97°44'55.457"	+17°30'53.195"
236	632,817.90	1,936,977.17	-97°44'55.795"	+17°30'54.401"
237	632,809.24	1,937,001.57	-97°44'56.084"	+17°30'55.197"
238	632,792.71	1,937,032.27	-97°44'56.637"	+17°30'56.199"
239	632,745.48	1,937,044.86	-97°44'58.236"	+17°30'56.619"
240	632,706.91	1,937,048.01	-97°44'59.543"	+17°30'56.729"
241	632,651.02	1,937,056.67	-97°45'01.436"	+17°30'57.023"
242	632,605.36	1,937,095.24	-97°45'02.976"	+17°30'58.288"
243	632,580.17	1,937,133.03	-97°45'03.821"	+17°30'59.522"
244	632,548.69	1,937,192.85	-97°45'04.875"	+17°31'01.475"
245	632,552.60	1,937,234.72	-97°45'04.733"	+17°31'02.837"
246	632,627.63	1,937,159.74	-97°45'02.206"	+17°31'00.381"
247	632,731.47	1,937,130.71	-97°44'58.692"	+17°30'59.415"
248	632,885.43	1,937,141.72	-97°44'53.469"	+17°30'59.740"
249	633,024.65	1,937,212.72	-97°44'48.733"	+17°31'02.020"
250	633,075.49	1,937,274.73	-97°44'46.995"	+17°31'04.026"
251	633,202.37	1,937,388.74	-97°44'42.667"	+17°31'07.708"
252	633,273.43	1,937,465.74	-97°44'40.240"	+17°31'10.198"
253	633,289.53	1,937,628.75	-97°44'39.658"	+17°31'15.498"
254	633,283.56	1,937,687.75	-97°44'39.848"	+17°31'17.418"
255	633,255.54	1,937,748.73	-97°44'40.784"	+17°31'19.408"
256	633,268.64	1,937,817.75	-97°44'40.324"	+17°31'21.651"
257	633,259.56	1,938,128.64	-97°44'40.563"	+17°31'31.767"
258	633,267.53	1,938,235.78	-97°44'40.268"	+17°31'35.251"
259	633,377.52	1,938,364.64	-97°44'36.510"	+17°31'39.419"
260	644,167.93	1,933,184.20	-97° 38' 31.878"	17° 28' 48.479"
261	644,088.44	1,933,216.01	-97° 38' 34.565"	17° 28' 49.532"
262	643,884.56	1,933,250.02	-97° 38' 41.468"	17° 28' 50.686"
263	643,827.68	1,933,259.51	-97° 38' 43.394"	17° 28' 51.008"
264	643,737.45	1,933,238.26	-97° 38' 46.458"	17° 28' 50.337"
265	643,619.90	1,933,210.58	-97° 38' 50.450"	17° 28' 49.464"
266	643,494.83	1,933,181.13	-97° 38' 54.696"	17° 28' 48.535"
267	643,573.74	1,933,238.58	-97° 38' 52.008"	17° 28' 50.385"
268	643,579.52	1,933,242.79	-97° 38' 51.811"	17° 28' 50.521"
269	643,704.56	1,933,380.76	-97° 38' 47.539"	17° 28' 54.981"
270	643,391.56	1,933,446.76	-97° 38' 58.133"	17° 28' 57.200"
271	643,311.69	1,933,433.78	-97° 39' 0.844"	17° 28' 56.796"
272	643,190.49	1,933,510.76	-97° 39' 4.934"	17° 28' 59.328"
273	643,084.68	1,933,551.76	-97° 39' 8.511"	17° 29' 0.687"
274	643,054.19	1,933,548.66	-97° 39' 9.546"	17° 29' 0.593"
275	642,809.49	1,933,523.77	-97° 39' 17.847"	17° 28' 59.839"
276	642,706.63	1,933,562.74	-97° 39' 21.324"	17° 29' 1.130"
277	642,589.66	1,933,639.78	-97° 39' 25.271"	17° 29' 3.663"
278	642,471.62	1,933,638.77	-97° 39' 29.273"	17° 29' 3.658"
279	642,391.66	1,933,586.75	-97° 39' 31.996"	17° 29' 1.984"
280	642,330.68	1,933,478.77	-97° 39' 34.089"	17° 28' 58.485"
281	642,307.11	1,933,422.19	-97° 39' 34.901"	17° 28' 56.650"
282	642,196.46	1,933,528.84	-97° 39' 38.627"	17° 29' 0.144"
283	641,991.65	1,933,597.10	-97° 39' 45.554"	17° 29' 2.412"
284	641,816.00	1,933,553.56	-97° 39' 51.519"	17° 29' 1.035"
285	641,766.29	1,933,554.71	-97° 39' 53.203"	17° 29' 1.084"
286	641,625.58	1,933,557.98	-97° 39' 57.973"	17° 29' 1.222"
287	641,462.46	1,933,670.13	-97° 40' 3.476"	17° 29' 4.908"
288	641,558.83	1,933,714.57	-97° 40' 0.198"	17° 29' 6.332"
289	641,858.54	1,933,852.78	-97° 39' 50.005"	17° 29' 10.760"
290	642,078.57	1,934,014.75	-97° 39' 42.508"	17° 29' 15.979"
291	642,166.53	1,934,130.78	-97° 39' 39.498"	17° 29' 19.733"
292	642,168.64	1,934,141.07	-97° 39' 39.424"	17° 29' 20.068"
293	642,196.70	1,934,277.78	-97° 39' 38.441"	17° 29' 24.509"
294	642,150.66	1,934,480.75	-97° 39' 39.953"	17° 29' 31.122"
295	642,172.92	1,934,561.69	-97° 39' 39.179"	17° 29' 33.750"
296	642,186.70	1,934,611.80	-97° 39' 38.700"	17° 29' 35.377"
297	642,254.52	1,934,689.79	-97° 39' 36.382"	17° 29' 37.899"
298	642,395.59	1,934,928.79	-97° 39' 31.543"	17° 29' 45.642"
299	642,447.58	1,935,035.78	-97° 39' 29.754"	17° 29' 49.110"
300	642,457.70	1,935,137.75	-97° 39' 29.387"	17° 29' 52.425"
301	642,437.03	1,935,152.13	-97° 39' 30.084"	17° 29' 52.898"
302	642,354.02	1,935,209.92	-97° 39' 32.885"	17° 29' 54.797"
303	642,247.58	1,935,284.02	-97° 39' 36.476"	17° 29' 57.232"
304	642,307.44	1,935,363.76	-97° 39' 34.427"	17° 29' 59.812"
305	642,420.20	1,935,439.03	-97° 39' 30.587"	17° 30' 2.235"
306	642,495.58	1,935,627.11	-97° 39' 27.986"	17° 30' 8.336"
307	642,646.09	1,935,702.37	-97° 39' 22.865"	17° 30' 10.750"
308	642,796.61	1,935,777.63	-97° 39' 17.744"	17° 30' 13.164"

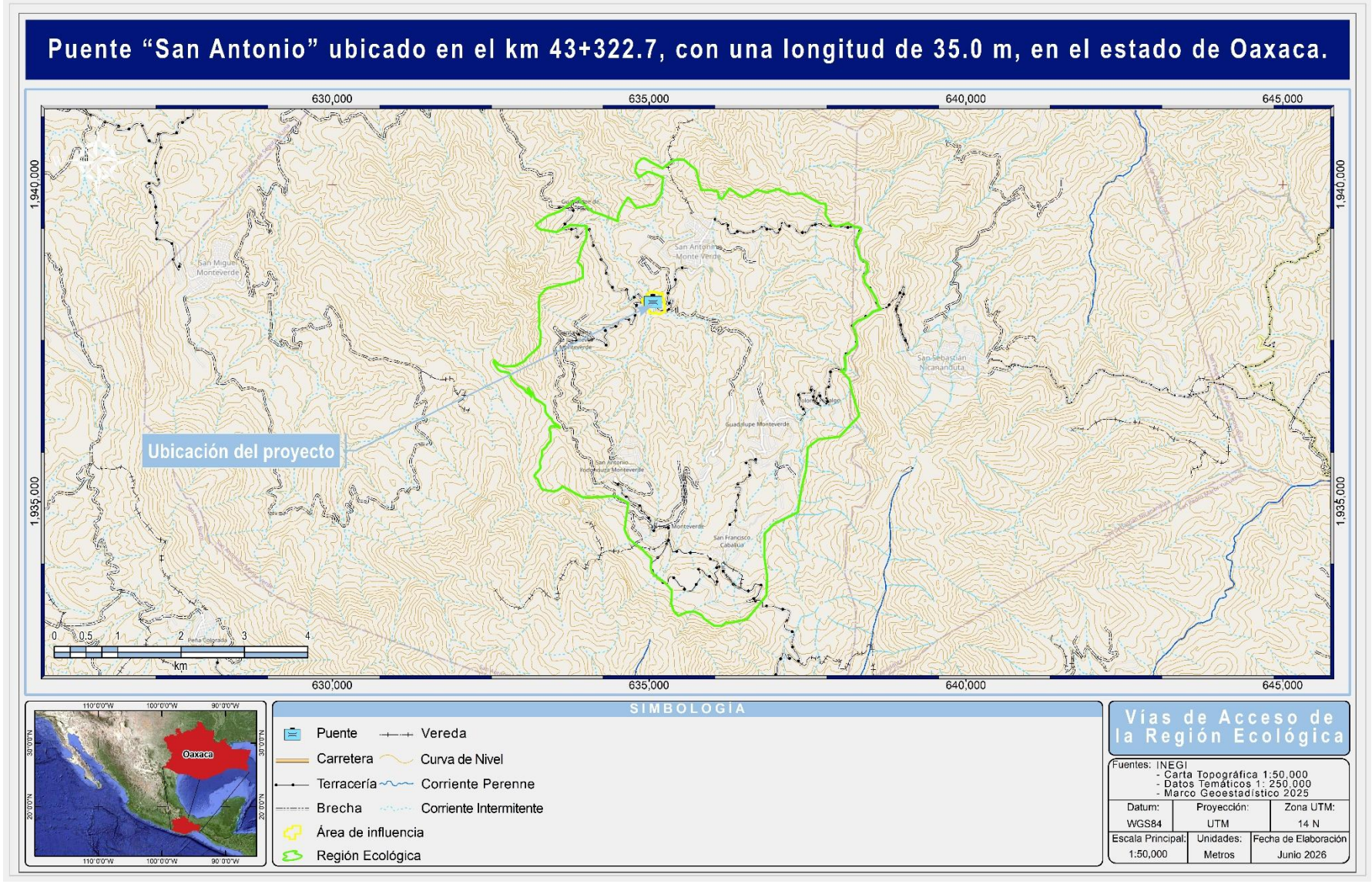
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 3 Vista Satelital de la Región Ecológica



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 4 Vías de Acceso a la Región Ecológica



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

III.1.2. Delimitación del área de influencia

Área de Influencia

Adicionalmente a la Región Ecológica (RE), se delimita el Área de Influencia, el cual se trata de un espacio geográfico donde se tendrán los impactos significativos, el cual se delimita principalmente por el tipo de vegetación, escurrimientos intermitentes, así como los cambios particulares de la cobertura vegetal conforme a las imágenes satelitales. El Área de Influencia se trata de un polígono que considera los principales elementos para poder definirlo de manera clara, se trata de un polígono de forma irregular de 9.14ha sobre Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de encino y Agricultura de temporal, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de dicho polígono, el cual están calculadas para la zona 14N con el datum WGS84.

El Área de Influencia presenta un área de 9.14 ha. Para realizar la mencionada delimitación se emplearon los siguientes criterios:

Topografía (veredas y caminos)
Uso de Suelo y Vegetación
Hidrología (cauce del río)

Imagen III. 5 Delimitación del AI



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla III. 3 Coordenadas del Área de Influencia

Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
1	634,879.42	1,938,177.51	-97°43'45.624"	+17°31'33.007"
2	634,896.66	1,938,185.47	-97°43'45.038"	+17°31'33.262"
3	634,911.25	1,938,207.13	-97°43'44.538"	+17°31'33.964"
4	634,925.84	1,938,208.90	-97°43'44.043"	+17°31'34.018"
5	634,949.27	1,938,211.11	-97°43'43.248"	+17°31'34.085"
6	634,945.73	1,938,222.16	-97°43'43.366"	+17°31'34.445"
7	634,946.32	1,938,233.40	-97°43'43.343"	+17°31'34.811"
8	634,951.92	1,938,238.07	-97°43'43.152"	+17°31'34.962"
9	634,962.53	1,938,234.54	-97°43'42.794"	+17°31'34.844"
10	634,965.18	1,938,214.65	-97°43'42.708"	+17°31'34.196"
11	634,970.48	1,938,208.90	-97°43'42.530"	+17°31'34.008"
12	634,977.56	1,938,204.48	-97°43'42.291"	+17°31'33.863"
13	634,993.03	1,938,192.10	-97°43'41.769"	+17°31'33.457"
14	634,995.24	1,938,205.36	-97°43'41.691"	+17°31'33.888"
15	634,992.58	1,938,217.74	-97°43'41.778"	+17°31'34.291"
16	634,986.84	1,938,229.67	-97°43'41.970"	+17°31'34.681"
17	634,982.86	1,938,239.40	-97°43'42.103"	+17°31'34.998"
18	634,975.79	1,938,255.75	-97°43'42.339"	+17°31'35.532"
19	634,972.23	1,938,277.18	-97°43'42.455"	+17°31'36.229"
20	634,981.09	1,938,286.70	-97°43'42.152"	+17°31'36.537"
21	634,996.62	1,938,292.35	-97°43'41.624"	+17°31'36.717"
22	635,007.55	1,938,303.05	-97°43'41.251"	+17°31'37.063"
23	635,010.71	1,938,306.15	-97°43'41.144"	+17°31'37.163"
24	635,024.85	1,938,303.49	-97°43'40.664"	+17°31'37.074"
25	635,036.34	1,938,300.36	-97°43'40.276"	+17°31'36.969"
26	635,044.30	1,938,306.59	-97°43'40.004"	+17°31'37.170"
27	635,061.54	1,938,310.57	-97°43'39.419"	+17°31'37.296"
28	635,080.11	1,938,312.78	-97°43'38.789"	+17°31'37.364"
29	635,096.90	1,938,302.61	-97°43'38.222"	+17°31'37.030"
30	635,130.50	1,938,297.75	-97°43'37.083"	+17°31'36.864"
31	635,146.98	1,938,287.59	-97°43'36.527"	+17°31'36.530"
32	635,158.79	1,938,292.44	-97°43'36.125"	+17°31'36.685"
33	635,172.49	1,938,285.81	-97°43'35.662"	+17°31'36.467"
34	635,189.73	1,938,284.04	-97°43'35.078"	+17°31'36.405"
35	635,215.37	1,938,280.95	-97°43'34.209"	+17°31'36.299"
36	635,223.77	1,938,276.09	-97°43'33.926"	+17°31'36.139"
37	635,216.25	1,938,260.18	-97°43'34.184"	+17°31'35.623"
38	635,205.20	1,938,252.66	-97°43'34.561"	+17°31'35.381"
39	635,198.13	1,938,250.45	-97°43'34.801"	+17°31'35.311"
40	635,193.71	1,938,241.61	-97°43'34.953"	+17°31'35.024"
41	635,198.57	1,938,237.19	-97°43'34.789"	+17°31'34.879"
42	635,208.30	1,938,232.77	-97°43'34.460"	+17°31'34.733"
43	635,212.72	1,938,222.60	-97°43'34.313"	+17°31'34.401"
44	635,216.20	1,938,209.20	-97°43'34.198"	+17°31'33.965"
45	635,222.44	1,938,209.78	-97°43'33.986"	+17°31'33.982"
46	635,222.88	1,938,199.17	-97°43'33.973"	+17°31'33.637"
47	635,235.70	1,938,191.66	-97°43'33.540"	+17°31'33.390"
48	635,229.07	1,938,185.91	-97°43'33.766"	+17°31'33.204"
49	635,226.42	1,938,171.77	-97°43'33.860"	+17°31'32.745"
50	635,232.61	1,938,137.29	-97°43'33.658"	+17°31'31.622"
51	635,233.20	1,938,127.28	-97°43'33.640"	+17°31'31.296"
52	635,243.66	1,938,125.80	-97°43'33.285"	+17°31'31.245"
53	635,256.48	1,938,102.37	-97°43'32.856"	+17°31'30.480"
54	635,255.59	1,938,094.41	-97°43'32.888"	+17°31'30.222"
55	635,248.96	1,938,074.52	-97°43'33.117"	+17°31'29.576"
56	635,244.54	1,938,055.07	-97°43'33.272"	+17°31'28.944"
57	635,237.91	1,938,032.09	-97°43'33.502"	+17°31'28.198"
58	635,249.85	1,938,008.22	-97°43'33.102"	+17°31'27.419"
59	635,248.96	1,937,998.49	-97°43'33.134"	+17°31'27.103"
60	635,236.59	1,937,980.81	-97°43'33.558"	+17°31'26.530"
61	635,220.23	1,937,980.81	-97°43'34.113"	+17°31'26.534"
62	635,192.83	1,937,974.18	-97°43'35.044"	+17°31'26.324"
63	635,174.70	1,937,962.69	-97°43'35.661"	+17°31'25.954"
64	635,156.14	1,937,957.38	-97°43'36.291"	+17°31'25.785"
65	635,135.80	1,937,964.46	-97°43'36.979"	+17°31'26.020"
66	635,112.38	1,937,975.95	-97°43'37.771"	+17°31'26.399"
67	635,100.44	1,937,975.06	-97°43'38.176"	+17°31'26.373"
68	635,086.74	1,937,971.09	-97°43'38.641"	+17°31'26.246"
69	635,075.24	1,937,970.20	-97°43'39.031"	+17°31'26.220"
70	635,064.19	1,937,970.20	-97°43'39.406"	+17°31'26.223"
71	635,053.59	1,937,973.74	-97°43'39.765"	+17°31'26.340"
72	635,042.53	1,937,978.60	-97°43'40.139"	+17°31'26.500"
73	635,030.60	1,937,973.74	-97°43'40.544"	+17°31'26.345"
74	635,017.78	1,937,967.99	-97°43'40.980"	+17°31'26.161"
75	635,014.24	1,937,973.30	-97°43'41.099"	+17°31'26.334"
76	635,010.71	1,937,981.69	-97°43'41.217"	+17°31'26.608"
77	635,010.27	1,937,992.30	-97°43'41.230"	+17°31'26.953"

Vértice	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
78	635,005.85	1,937,997.17	-97°43'41.378"	+17°31'27.112"
79	635,000.54	1,938,001.59	-97°43'41.557"	+17°31'27.257"
80	635,001.87	1,938,010.43	-97°43'41.510"	+17°31'27.545"
81	635,001.43	1,938,021.48	-97°43'41.523"	+17°31'27.904"
82	634,994.35	1,938,025.90	-97°43'41.762"	+17°31'28.050"
83	634,979.77	1,938,034.30	-97°43'42.254"	+17°31'28.326"
84	634,962.08	1,938,055.51	-97°43'42.849"	+17°31'29.020"
85	634,948.82	1,938,075.85	-97°43'43.294"	+17°31'29.685"
86	634,935.56	1,938,086.90	-97°43'43.741"	+17°31'30.047"
87	634,924.07	1,938,102.37	-97°43'44.127"	+17°31'30.553"
88	634,909.92	1,938,118.28	-97°43'44.604"	+17°31'31.074"
89	634,897.55	1,938,144.80	-97°43'45.017"	+17°31'31.939"
90	634,879.42	1,938,177.51	-97°43'45.624"	+17°31'33.007"

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

III.2. Caracterización y análisis de la región ecológica (RE)

III.2.1. Medio Abiótico

III.2.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos

En este apartado se ha tomado en cuenta el sistema de clasificación climática de Köppen, adecuado por Enriqueta García (en modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones particulares de la República Mexicana, México Offset Larios). De acuerdo con los lineamientos de la obra anteriormente citada, en nuestro país se encuentran cuatro grupos climáticos, los cuales a su vez se dividen en varios subgrupos, tipos y subtipos. En tal sentido tendríamos:

Grupo de climas cálidos húmedos, definidos por temperatura media del mes más frío en 18°C.
Grupo de climas templados húmedos, definido por temperatura media del mes más frío entre -3° y 18°C y la del más caliente en 6.5°C.
Grupo de climas secos, en este caso los límites para determinar los climas secos y los húmedos se establece por medio de fórmulas que relacionan la participación anual con la temperatura y con el régimen de lluvias.
Grupo de climas fríos, definido por temperatura media del mes más caliente en 6.5°C.

El clima se refiere al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie de la tierra. El clima de una región está controlado por una serie de elementos como temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen a partir de la recopilación en forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante periodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Factores como la latitud, longitud, continentalidad, relieve, dirección de los vientos, también determinan el clima de una región (INEGI; 2013).

El estado de Oaxaca se localiza en la porción sureste de la República Mexicana entre las coordenadas geográficas 18° 39' y 15° 39' de latitud norte, y entre los 93° 52' y 98° 32' de longitud oeste. El clima predominante en el territorio es el cálido subhúmedo con lluvias en verano, ocupando el 32.93% de la superficie estatal; se ubica en una franja paralela a la costa del Pacífico; y en una pequeña porción al norte del estado. El 16.63% de la superficie estatal está ocupado por el clima Semicálido Subhúmedo con lluvias en verano; la variante Templado Subhúmedo con lluvias en verano cubre el 14.66%, le sigue el Cálido Húmedo con abundantes lluvias en verano con 13.20%; el resto del territorio (22.58%) es cubierto por los climas Semiseco Semicálido, Cálido Húmedo con lluvias todo el año. Templado Húmedo con abundantes lluvias en verano y Semicálido Húmedo con lluvias todo el año; así como por los climas Semiseco Templado, Seco Muy Cálido y, Cálido y Semifrío Subhúmedo con lluvias en verano.

Existen tres subtipos de clima dentro del municipio San Antonino Monte Verde, donde se encuentra ubicado el proyecto. El primer subtipo de clima se identifica con la clave A(C)w0(w) correspondiente a Semicálido subhúmedo, el segundo C(w1)(w) perteneciente a Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media y el tercero C(w2)(w) corresponde a Templado subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo. Estos subtipos de clima tienen una variación en cuanto a su temperatura promedio media anual:

1. Semicálido subhúmedo cuenta con una temperatura media anual mayor de 18°C con temperaturas menores de 18°C en el mes más frío y en el mes más cálido una temperatura mayor de 22°C.
2. Templado subhúmedo tiene una temperatura promedio media anual por debajo de los 18°C, comúnmente presenta una temporada invernal con una temperatura promedio de 10°C, y una temporada cálida, en los meses de primavera, con una temperatura de hasta 25°C.

Respecto al clima del municipio donde se localiza el trazo del proyecto podemos considerar lo siguiente:

Tabla III. 4 Tipos de Climas presentes en el municipio donde se ubica en proyecto.

San Antonino Monteverde	
Rango de temperatura	12°C – 20°C
Rango de precipitación	700mm – 1 000mm
Tipo de Clima	Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (73.02%), templado subhúmedo con lluvias en verano, más húmedos (19.24%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano (7.74%).

Fuente: INEGI 2010.

En lo que se refiere a la zona donde se ubica el trazo del proyecto, este atraviesa por los siguientes tipos de climas:

C(w1)(w): El clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media tiene una temperatura promedio media anual por debajo de los 18°C, comúnmente presenta una temporada invernal con una temperatura promedio de 10°C, y una temporada cálida, en los meses de primavera, con una temperatura de hasta 25°C. La humedad relativa de este clima oscila entre el 30 y el 80% a lo largo del año, donde el verano es la temporada más húmeda y el invierno la más seca, esto se debe a varios factores como la localización de cuerpos de agua cercanos y la precipitación pluvial que suele registrar un promedio anual menor a los 800mm.

C(w2)(w): El clima templado subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo cuenta con una temperatura promedio media anual entre 12°C y 18°C, la temporada invernal tiene una temperatura entre -3°C y 18°C, la del mes más caliente, en los meses de primavera, con una temperatura por debajo de los 22°C. La humedad relativa de este clima oscila entre el 50 y el 80% a lo largo del año, donde el verano es la temporada más húmeda y el invierno la más seca, esto se debe a varios factores como la localización de cuerpos de agua cercanos y la precipitación pluvial que suele registrar un promedio anual que oscila entre 200 y 1,000mm.

En la totalidad de la RE ambos climas C(w1)(w) templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media y C(w2)(w) templado subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo son representativos.

Con base en lo anterior, se identificaron las estaciones climatológicas activas y cercanas al área del proyecto. A pesar de contar con varias estaciones alrededor del proyecto, se encontró que la más cercana en operación cuenta con el número **20028** denominada **Santa María Chilapa de Díaz**. Se ubica a aproximadamente 11.84 km al Noreste del proyecto. Esta estación se encuentra a una altitud de 1881msnm, en las coordenadas 17.57° de latitud y -97.61666667° de longitud. Con datos registrados desde 1971 al año 2000 emitidos el 06/Marzo/2026, se generó el siguiente climograma a partir de su información recopilada.

Gráfica III. 1 Climograma de la estación meteorológica más cercana.

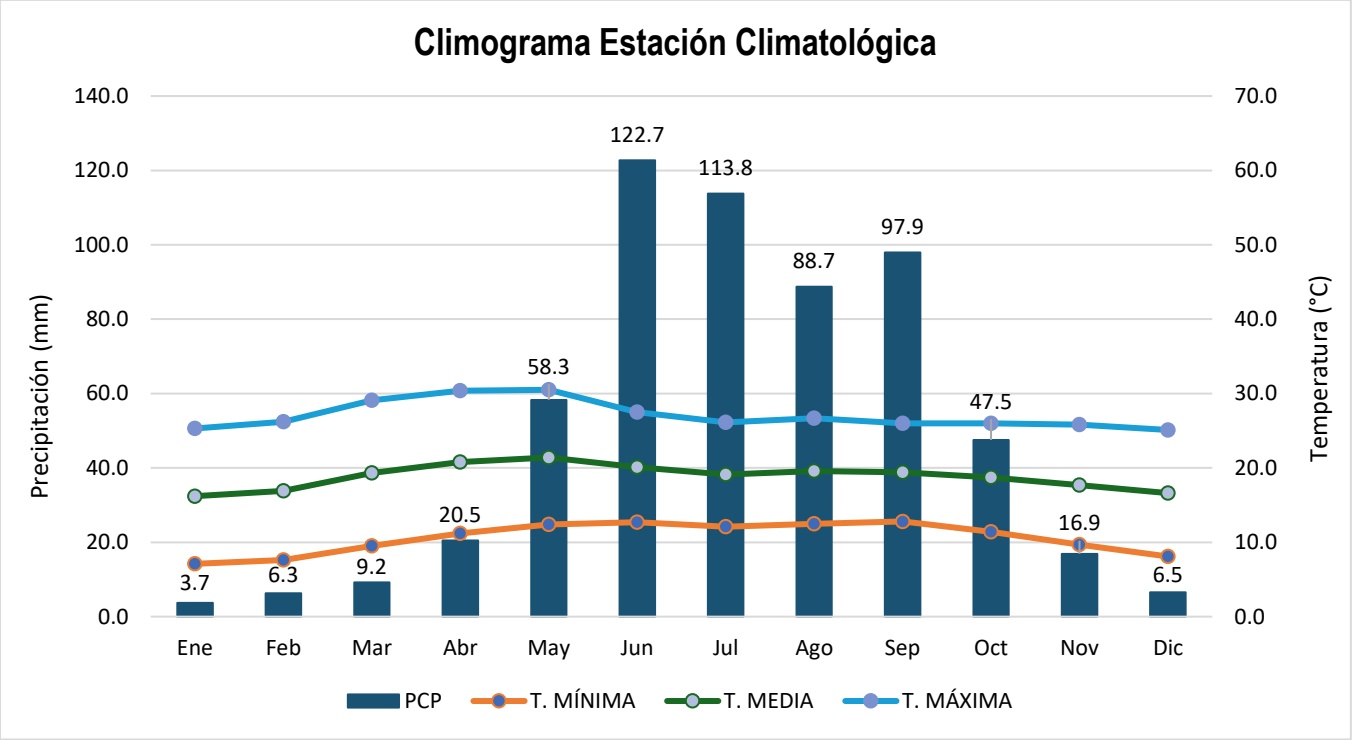


Tabla III. 5 Datos de la estación meteorológica consultada.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura													
T. MÍNIMA	7.1	7.6	9.5	11.2	12.4	12.7	12.1	12.5	12.8	11.4	9.7	8.1	10.6
T. MEDIA	16.2	16.9	19.3	20.8	21.4	20.1	19.1	19.6	19.4	18.7	17.7	16.6	18.8
T. MÁXIMA	25.3	26.2	29.1	30.4	30.5	27.5	26.1	26.7	26.0	26.0	25.8	25.1	27.1
Precipitación													
PCP	3.7	6.3	9.2	20.5	58.3	122.7	113.8	88.7	97.9	47.5	16.9	6.5	592.0

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Se considera que debido a su cercanía con el Puente del proyecto brinda datos más precisos del clima. En la gráfica anterior se aprecia la temporada de lluvias durante los meses de verano.

De los datos de la estación climatológica de la zona, se tiene lo siguiente:

TEMPERATURA. Se puede notar que el mes más frío del año es enero con una temperatura media normal de 16.2°C y una temperatura mínima normal de 7.1°C, mientras que el más cálido corresponde al mes de mayo con una temperatura media normal de 21.4°C y una temperatura máxima normal de hasta 30.5°C, este último corresponde con la temporada de primavera.

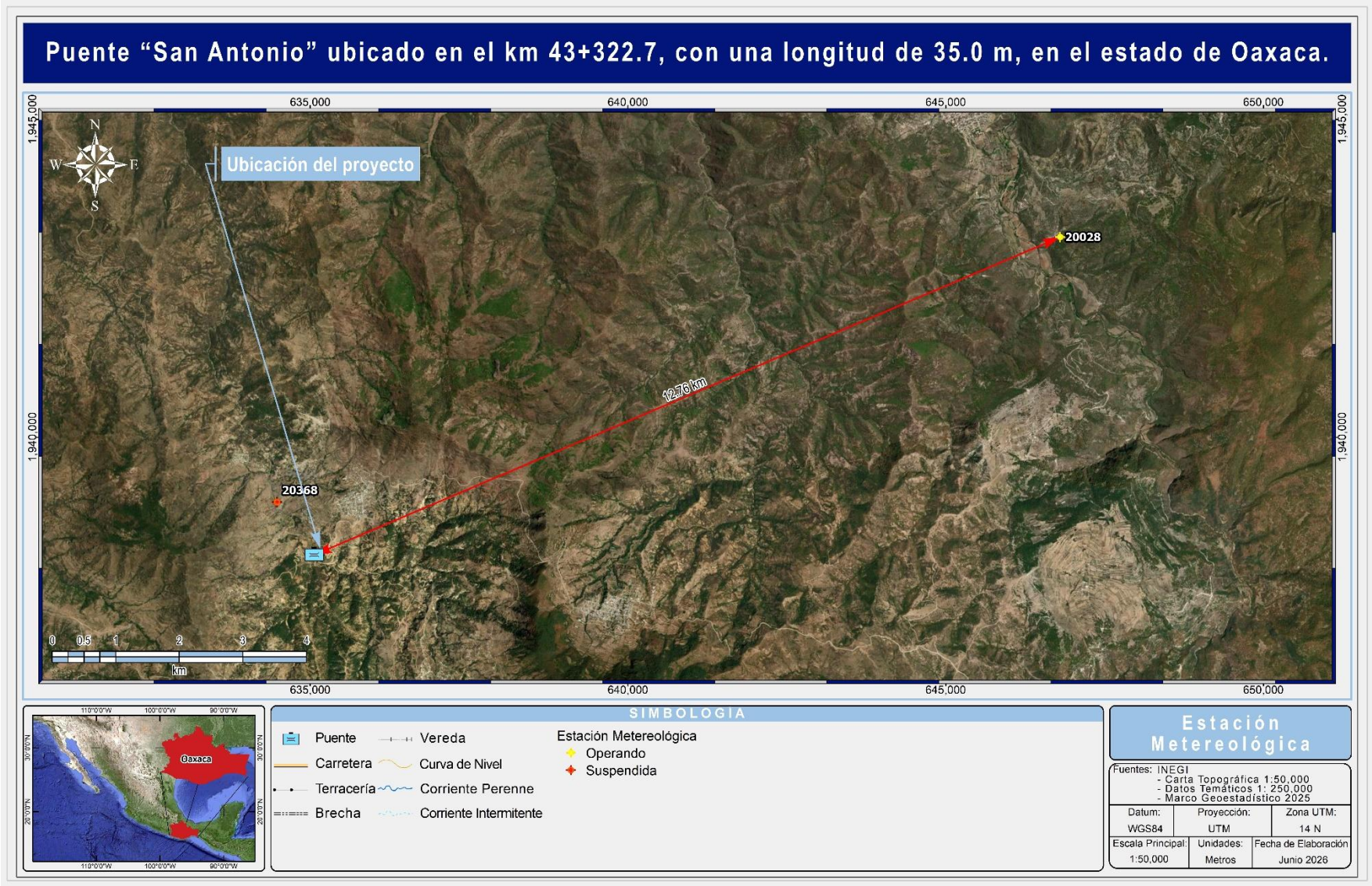
PRECIPITACIÓN. El promedio de precipitación anual para los años de observancia realizados en la Estación Climatológica indica que en la zona se tiene una media anual de 592.0mm de lluvia, los meses con mayor precipitación corresponden al mes de junio con 122.7mm y julio con 113.8mm las cuales corresponden con la temporada de verano, mientras que los meses con menor precipitación son diciembre, enero y febrero con 6.5, 3.7 y 6.3 mm respectivamente.

Tabla III. 6 Datos Climatológicos de la estación Santa María Chilapa de Díaz 20028.

Servicio Meteorológico Nacional													
Normales Climatológicas													
ESTADO DE:	OAXACA		**LATITUD:**	17.57 °	**LONGITUD:**	-97.61666667 °	ESTACIÓN:	20028	SANTA MARIA CHILAPA DE DIAZ	**ALTITUD:**	1881 msnm	**PERIODO:**	1971-2000
ELEMENTOS	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
TEMPERATURA MÁXIMA													
NORMAL	25.3	26.2	29.1	30.4	30.5	27.5	26.1	26.7	26	26	25.8	25.1	27.1
MÁXIMA MENSUAL	30.5	31.6	34.5	38.1	40.4	38.3	34.9	36.2	31.6	31.3	30.3	30.8	-
AÑO DE MÁXIMA	1998	1997	1998	1998	1998	1997	1997	1997	1997	1981	1997	1997	-
MÁXIMA DIARIA	35	35	39	44	45	45	41	40	36	34	34	35	-
FECHA MÁXIMA DIARIA	04/1997	11/1997	18/1997	23/1997	07/1998	17/1998	05/1998	09/1997	17/1997	07/1981	02/1997	04/1997	-
AÑOS CON DATOS	27	28	27	29	29	26	26	26	29	28	28	27	-
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	16.2	16.9	19.3	20.8	21.4	20.1	19.1	19.6	19.4	18.7	17.7	16.6	18.8
AÑOS CON DATOS	27	28	27	29	30	27	27	26	29	28	28	27	-
TEMPERATURA MÍNIMA													
NORMAL	7.1	7.6	9.5	11.2	12.4	12.7	12.1	12.5	12.8	11.4	9.7	8.1	10.6
MÍNIMA MENSUAL	5.1	3.4	7.3	9	10.4	9.4	9.4	11	10.8	8.5	6.7	6.3	-
AÑO DE MÍNIMA	1997	1998	1989	1992	1977	1989	1991	1978	1994	1987	1984	1975	-
MÍNIMA DIARIA	1	-2	0	3	5	5	3	7	7	5	3	2	-
FECHA MÍNIMA DIARIA	30/1973	26/1976	28/1995	07/1992	01/1978	21/1989	08/1991	04/1978	25/1975	20/1975	27/1974	11/1984	-
AÑOS CON DATOS	27	28	27	29	29	26	26	26	29	28	28	27	-
PRECIPITACIÓN													
NORMAL	3.7	6.3	9.2	20.5	58.3	122.7	113.8	88.7	97.9	47.5	16.9	6.5	592
MÁXIMA MENSUAL	35.1	62.3	62.2	85.8	199.5	364.4	300.8	210.4	319	159.3	189.3	84	-
AÑO DE MÁXIMA	1992	1983	1985	1972	1975	1981	1999	1995	1998	1998	1989	1989	-
MÁXIMA DIARIA	16.9	30.1	60	23	53.1	48	125	65.1	60.5	79.2	68.6	30.8	-
FECHA MÁXIMA DIARIA	11/1984	25/1983	31/1985	27/1972	18/1985	12/1993	03/1999	31/1986	13/1978	15/1998	01/1989	13/1989	-
AÑOS CON DATOS	27	28	27	29	30	27	27	26	29	28	28	27	-

Fuente: SMA, 2026.

Imagen III. 6 Ubicación más cercada de la estación meteorológica al Proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

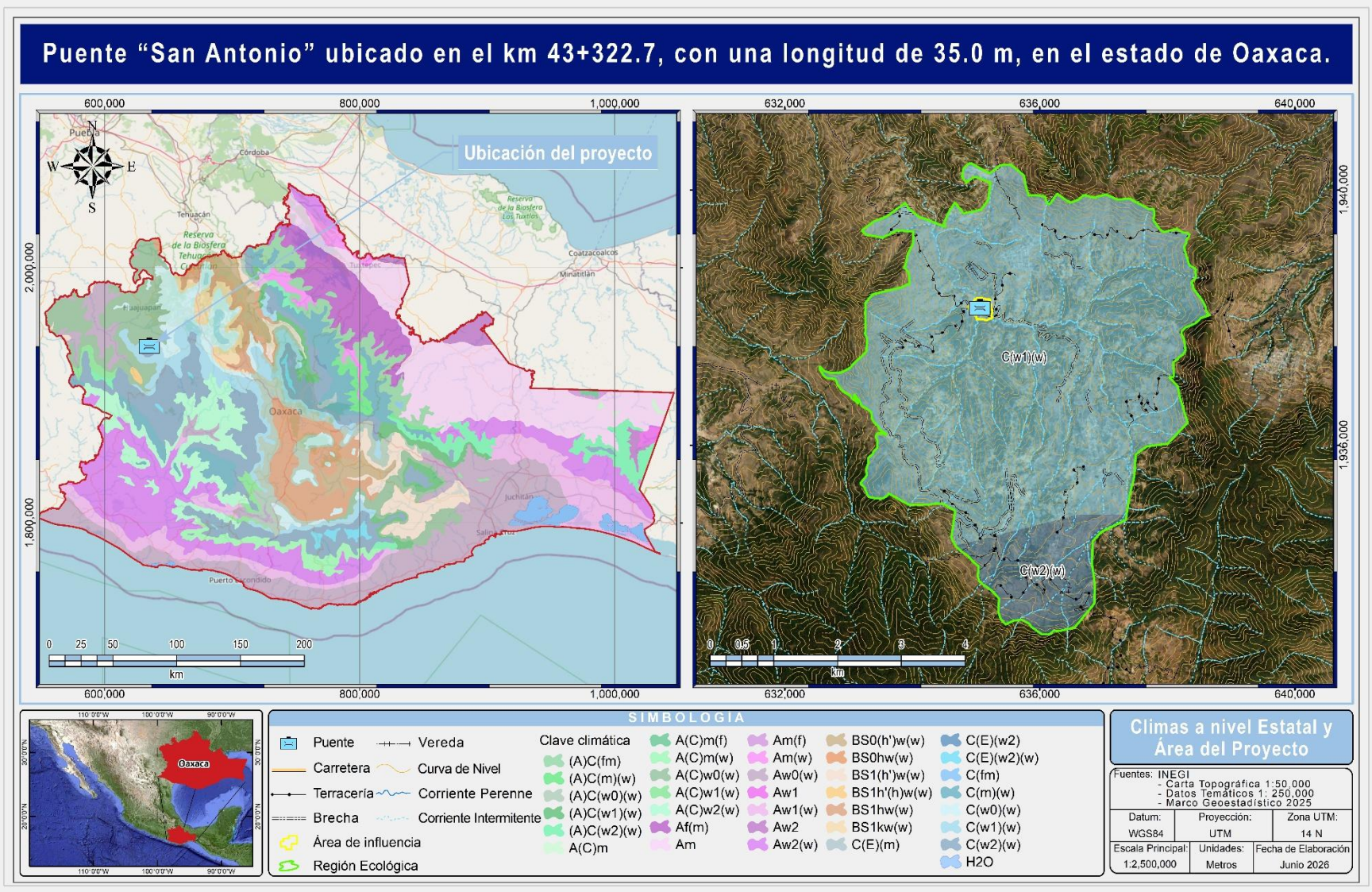
FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.

Los fenómenos naturales son el resultado del desarrollo activo de la atmósfera del planeta en interacción con la superficie de los océanos y la evaporación de la vegetación de la tierra. Los fenómenos naturales son la manifestación extrema del funcionamiento cotidiano del planeta; el clima y la corteza terrestre son el origen de estas manifestaciones llamadas fenómenos naturales, interactuando a veces de manera conjunta y otras de manera separada, pero los fenómenos naturales siempre serán el resultado de estas manifestaciones del planeta.

Oaxaca, debido a su ubicación geográfica, a sus condiciones climáticas y geológicas, así como a los problemas de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo, es vulnerable a la presencia de fenómenos naturales. Algunos de estos fenómenos, por la magnitud y alcance de la región han provocado severos daños que requieren de una respuesta de la sociedad e institucional. Cabe resaltar que el estado es vulnerable por su ubicación en zonas sísmicas a huracanes e intensas lluvias que generan inundaciones y deslaves; así como sequías e incendios forestales que afectan amplias zonas, exacerbados por el cambio climático.

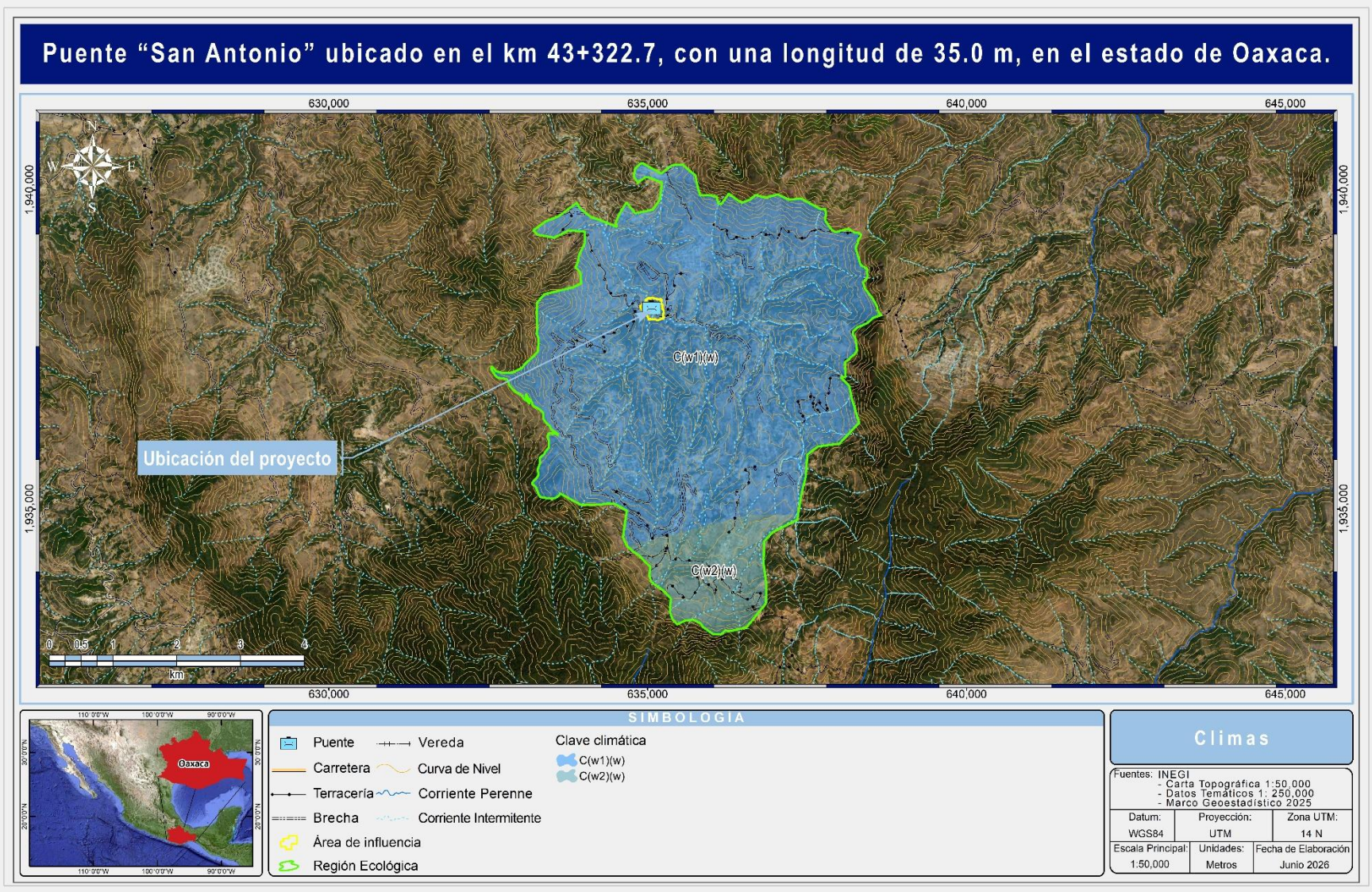
Los municipios donde se ubica el proyecto a pesar de la presente problemática de estos fenómenos meteorológicos en el estado de Oaxaca cuentan con un nivel de vulnerabilidad baja a media, mientras que, en sitios puntuales con una vulnerabilidad alta, se toman las medidas y acciones preventivas. En consecuencia, no se prevé un impacto adverso en el desarrollo del proyecto.

Imagen III. 7 Climas del Estado de Oaxaca.



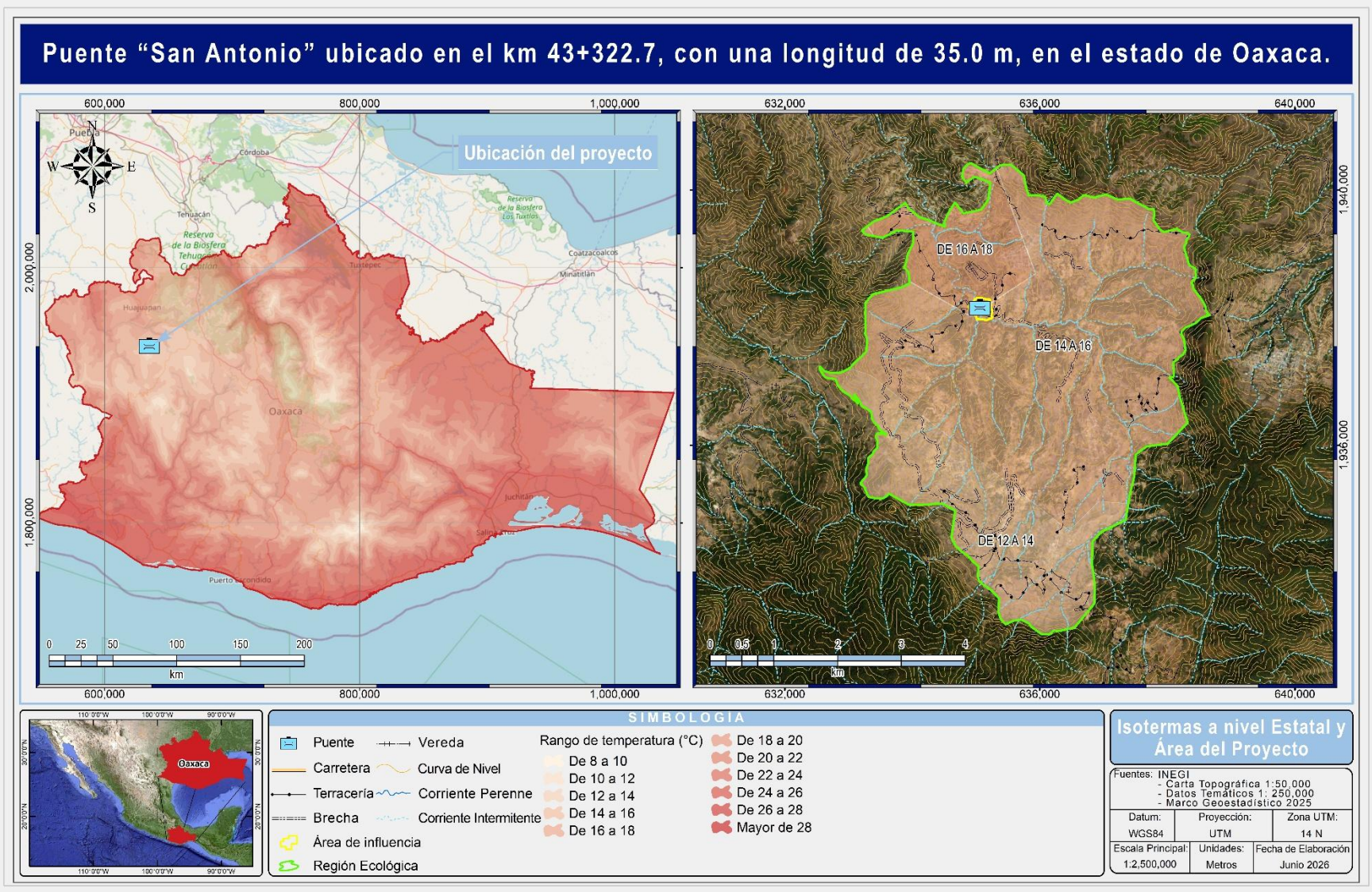
Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 8 Climas del Área del Proyecto.



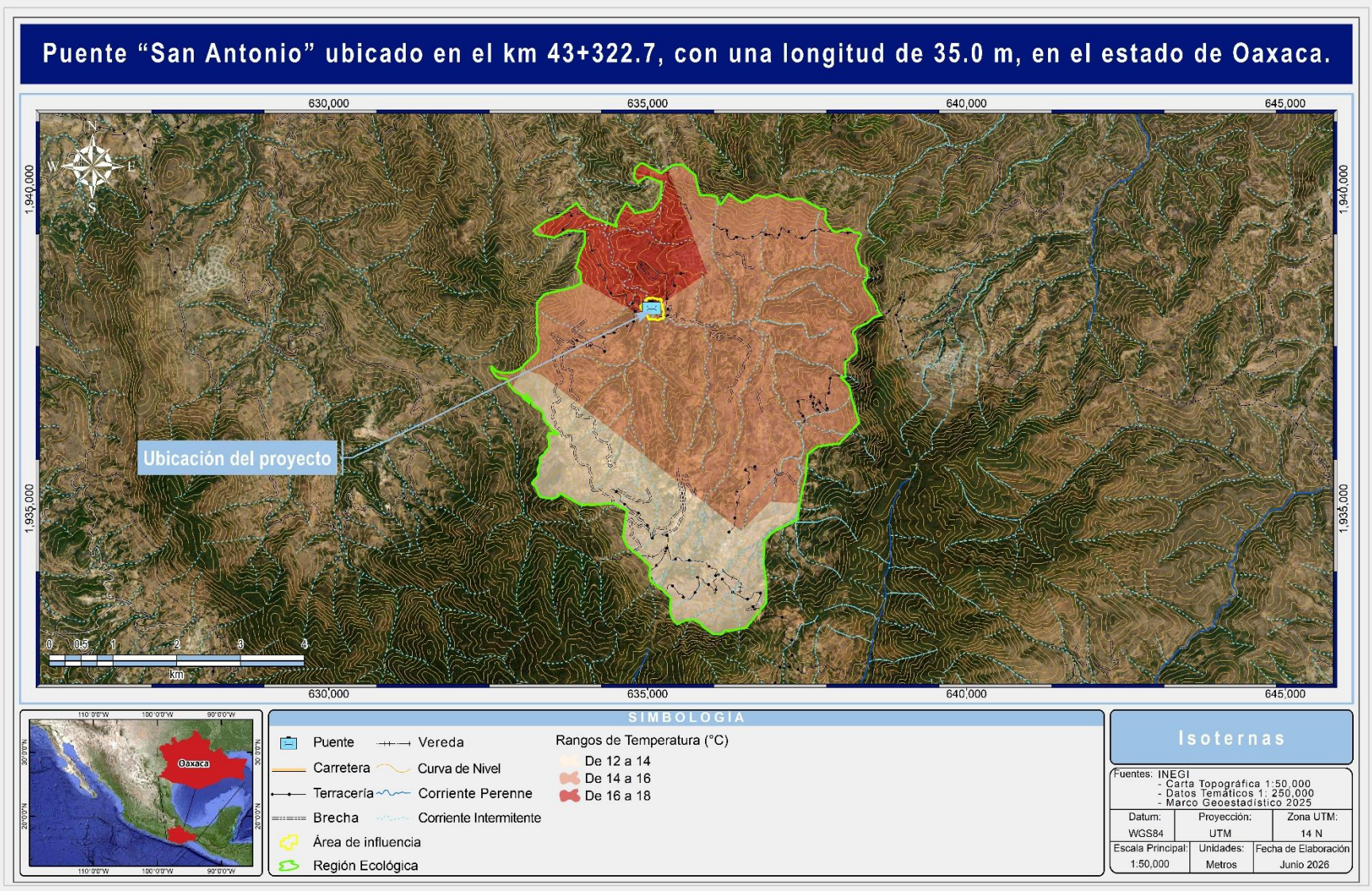
Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 9 Isotermas del estado de Oaxaca.



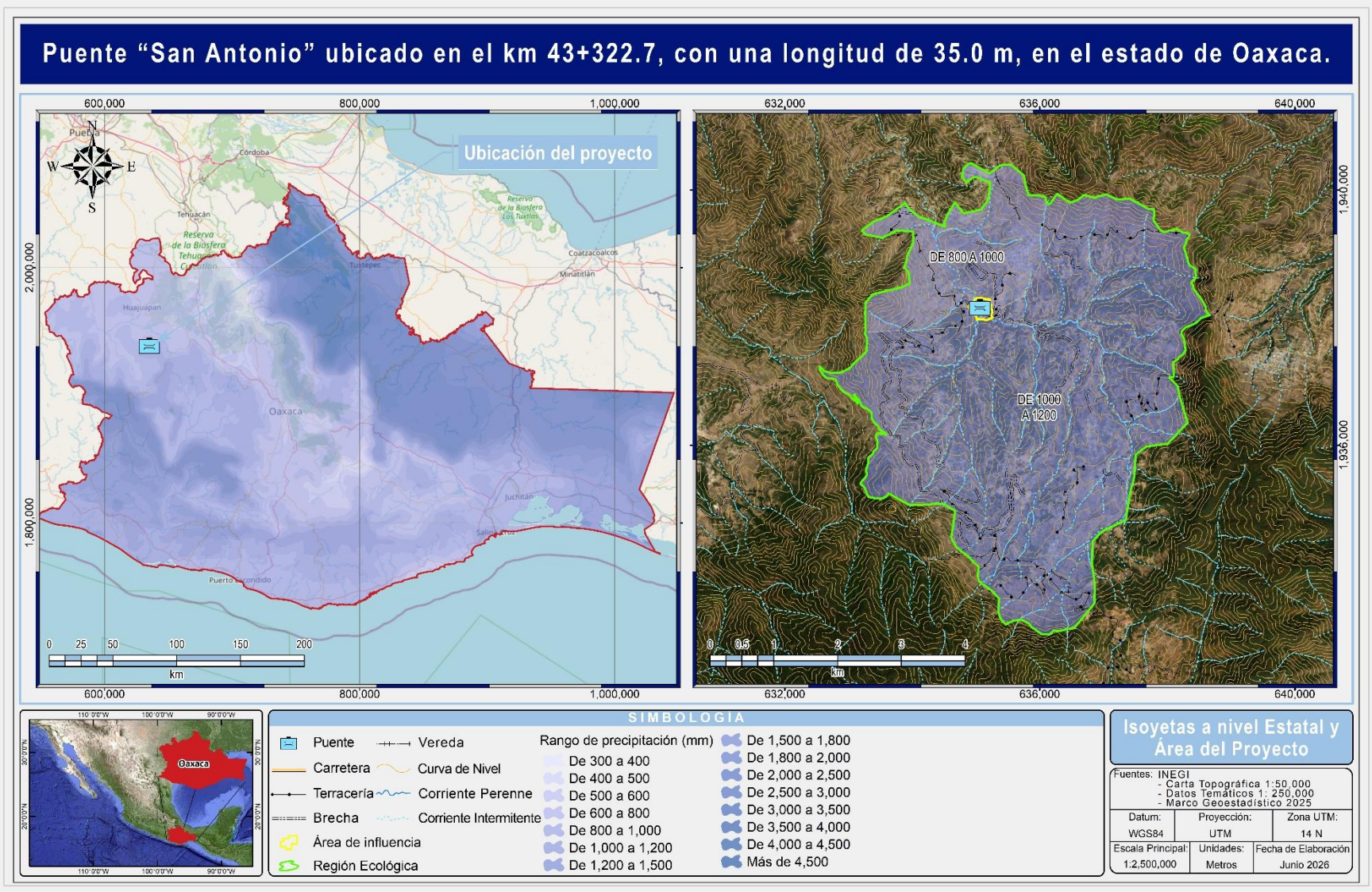
Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 10 Isotermas de la RE y Puente del proyecto.



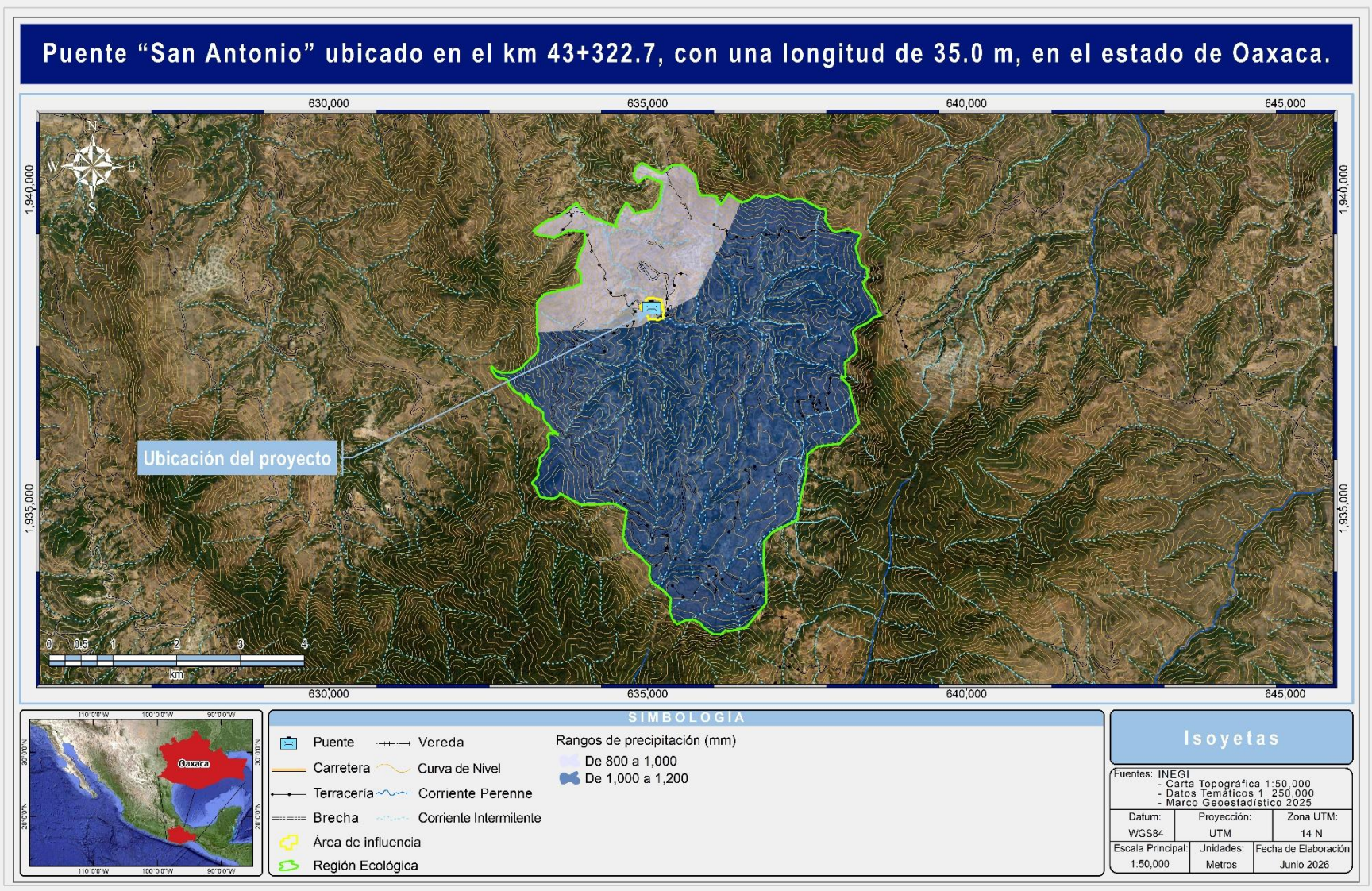
Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 11 Isoyetas del estado de Oaxaca.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 12 Isoyetas de la Región Ecológica y Puente del proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Fenómenos climatológicos ante el cambio climático

México es particularmente vulnerable al cambio climático por su posición geográfica y las condiciones socioeconómicas de la población. Por esto, en un contexto de incertidumbre climática, es prioritario seguir consolidando los procesos de adaptación ante las amenazas que enfrenta la población, las actividades económicas, la infraestructura y el sistema natural.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) define el cambio climático como "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables", así la CMNUCC diferencia, entre el cambio climático atribuirle a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuirle a causas naturales (IPCC, 2014).

Los fenómenos naturales son el resultado del desarrollo activo del planeta en interacción con la superficie de los océanos y la evaporación de la vegetación de la tierra. Los fenómenos naturales son la manifestación extrema del funcionamiento cotidiano del planeta; el clima y la corteza terrestre son el origen de estas manifestaciones llamadas fenómenos naturales, interactuando a veces de manera conjunta y otras de manera separadas, pero los fenómenos naturales siempre serán el resultado de estas manifestaciones del planeta.

El estado de Oaxaca es vulnerable a la presencia de fenómenos naturales, debido a su ubicación geográfica, a sus condiciones climáticas y geológicas, así como a los problemas de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo. La severidad de los daños derivados de estos eventos de gran escala demanda una intervención integral de carácter social e institucional. Bajo esta premisa, es necesaria la canalización prioritaria de recursos financieros orientados a la gestión de crisis y a la posterior rehabilitación de las zonas afectadas. Asimismo, se vuelve indispensable fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos y el ordenamiento territorial, garantizando así una disminución efectiva en los niveles de vulnerabilidad de la población.

El análisis de la vulnerabilidad climática es un buen primer paso para generar estrategias de adaptación al cambio climático pues este permite identificar las principales amenazas climáticas en dicho territorio, los posibles problemas relacionados a estas amenazas y sobre todo identificar las causas subyacentes que pueden incrementar los impactos en la sociedad. Los fenómenos extremos asociados al clima como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones tropicales, entre otros, seguirán viéndose en incremento debido al cambio climático y revelan la vulnerabilidad de los ecosistemas y sistemas humanos.

En 2019, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático realizó un análisis de tendencias mediante un modelo de regresión lineal para las series de temperatura y precipitación anuales registradas entre 1985-2018 por el Servicio Meteorológico Nacional a nivel estatal. Se registró un comportamiento de incremento en las dos variables de temperatura y una disminución en la precipitación; con lo anterior las tendencias obtenidas de temperatura son las siguientes: Temperatura máxima (Tmax) +0.094 °C/año, temperatura mínima (Tmin) +0.146 °C/año, y precipitación (Pcp) -2.268 mm/año. Aunque las variables de temperatura tengan una tendencia al alza, no se consideran significativas mientras que la precipitación no tiene cambios. Por lo tanto, se puede decir que en el estado de Oaxaca las temperaturas están siendo más cálidas.

En Oaxaca abril y mayo son los meses más cálidos con una Tmax promedio de 31.7°C; mientras que el mes más frío es enero, con una Tmin promedio de 12.9°C. La temporada de lluvia es de junio a octubre, donde el mes más lluvioso es agosto (280.7 mm). En lo que se refiere a desastres naturales en general, las tormentas han sido los eventos de desastre asociados al clima con mayor cantidad de recursos del FONDEN asignados en el estado, en el periodo 1999-2018.

México ha adoptado la definición de vulnerabilidad al cambio climático del IPCC (2007) y la ha incorporado a su legislación nacional (por ejemplo, en la Ley General de Cambio Climático, LGCC). La vulnerabilidad se define, como el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si estos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática

y los eventos extremos. De acuerdo con esta definición, la vulnerabilidad no solo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto (PECC, 2014-2018). La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa (IPCC, 2007; LGCC, 2012):

Por consiguiente, la vulnerabilidad de un sistema se define por la siguiente ecuación:

V = E + S – CA

Donde:
V = Vulnerabilidad:
E = Exposición: Amenazas climáticas que afectan al objeto vulnerable (actual y futura).
S = Sensibilidad, Condiciones susceptibles del objeto vulnerable.
CA = Capacidad Adaptativa: Capacidades institucionales para atender los impactos potenciales del cambio climático.

De acuerdo con la Ley General de Cambio Climático la vulnerabilidad se define como "el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si estos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos". La vulnerabilidad no solo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto.

De acuerdo con el ANVCC analizaron vulnerabilidades específicas relacionadas con el clima en un contexto nacional, de esta manera se hace evidente la vulnerabilidad diferencial en el territorio. A octubre de 2019, en su primera fase, el ANVCC2 se cuenta con información de seis vulnerabilidades específicas: vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves, inundaciones y al incremento potencial de enfermedades transmitidas por vector (dengue); vulnerabilidad de la producción ganadera a estrés hídrico e inundaciones; y vulnerabilidad de la producción forrajera a estrés hídrico. Todas estas vulnerabilidades utilizan un código de colores para determinar la probabilidad de ocurrencia de dicha vulnerabilidad dentro de un municipio; a continuación, se presenta el código de colores de cada una de las seis vulnerabilidades.

Tabla III. 7 Códigos de colores para las seis vulnerabilidades.

Vulnerabilidad de asentamientos humanos a inundaciones

Ningún riesgo	
Baja	
Media	
Alta	

Vulnerabilidad de asentamientos humanos a deslaves

Ningún riesgo	
Baja	
Media	
Alta	

Vulnerabilidad de la población al incremento potencial del dengue

Ningún riesgo	
Baja	

Media	
Alta	

Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones

Ningún riesgo	
Baja	
Media	
Alta	

Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva ante estrés hídrico

Ningún riesgo	
Baja	
Media	
Alta	

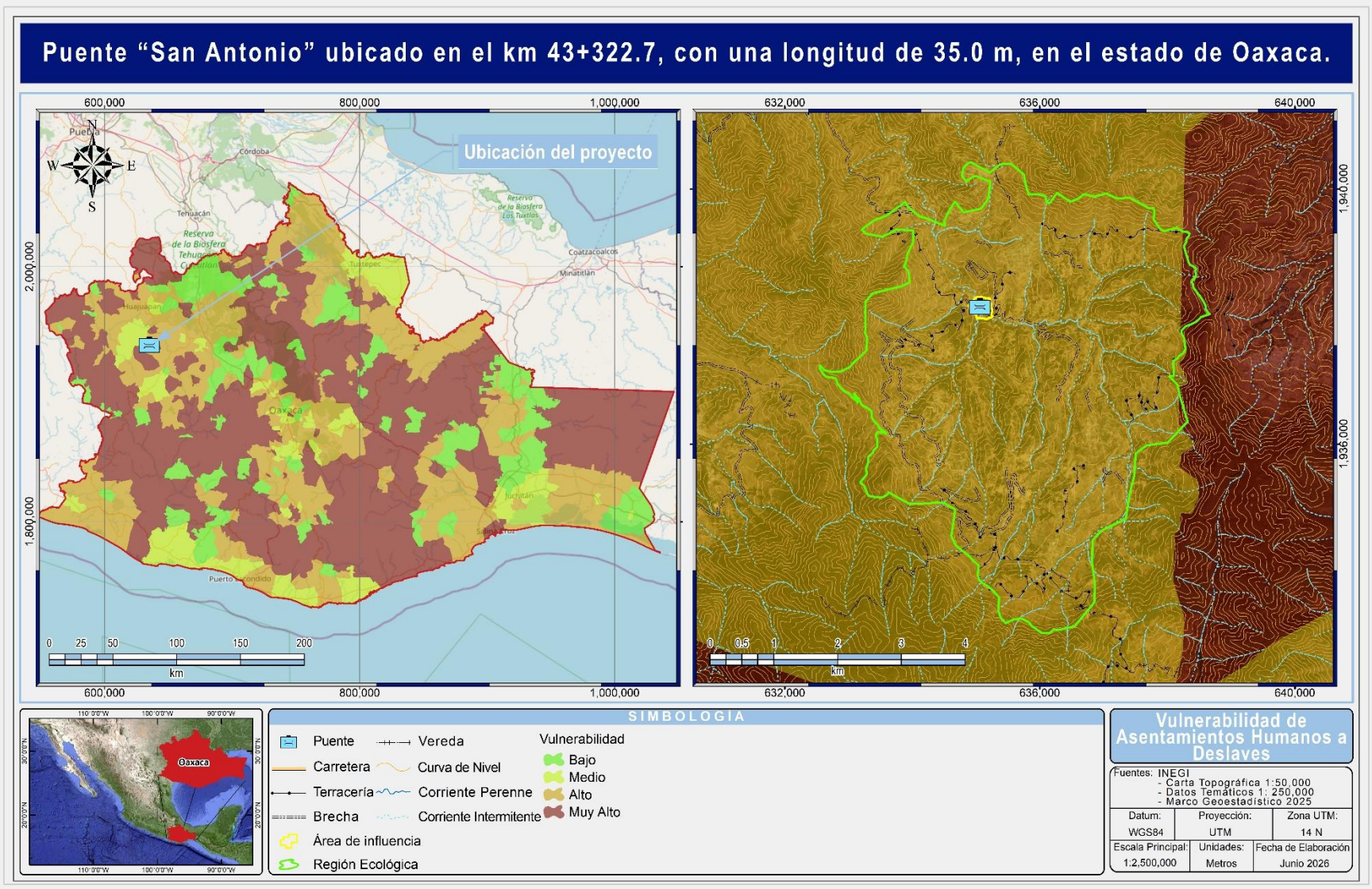
Vulnerabilidad de la producción forrajera ante estrés hídrico

Ningún riesgo	
Baja	
Media	
Alta	

Fuente: INECC, 2019.

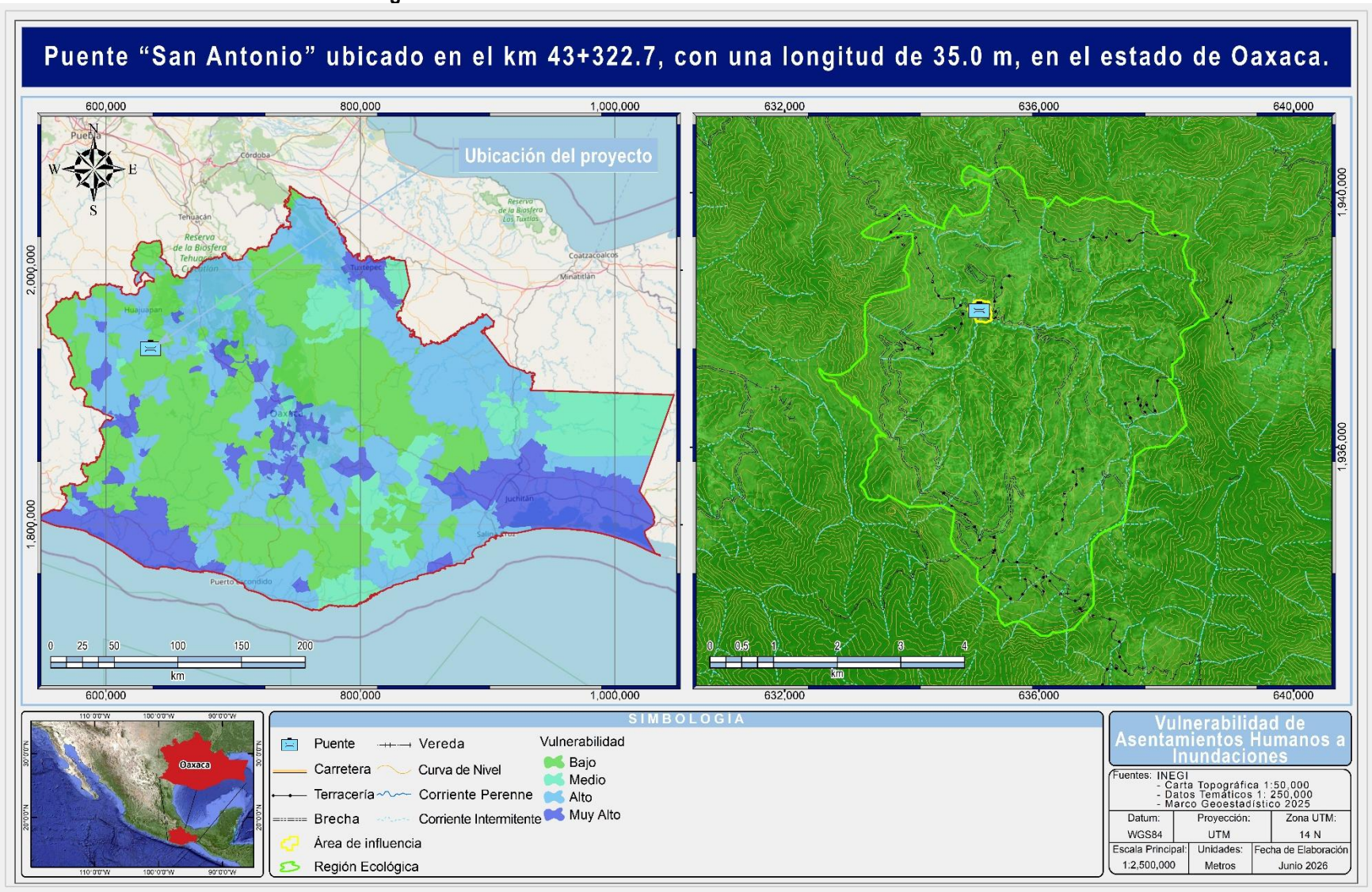
De acuerdo con los datos del ANVCC se tiene registro de dos vulnerabilidades presentes en el municipio donde se ubica el proyecto. El municipio San Antonino Monte Verde exhibe un nivel alto de Vulnerabilidad de Asentamientos Humanos a Deslaves, mientras que registra un nivel bajo de Vulnerabilidad de Asentamientos Humanos a Inundaciones. Existe una variabilidad en cuanto a los niveles presentes en el sitio del proyecto, sin embargo, se destaca que se deben llevar a cabo las medidas preventivas. Se menciona además que no se prevé un impacto adverso en el desarrollo del proyecto.

Imagen III. 13 Vulnerabilidades de Asentamientos Humanos a Deslaves.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 14 Vulnerabilidades de Asentamientos Humanos a inundaciones.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

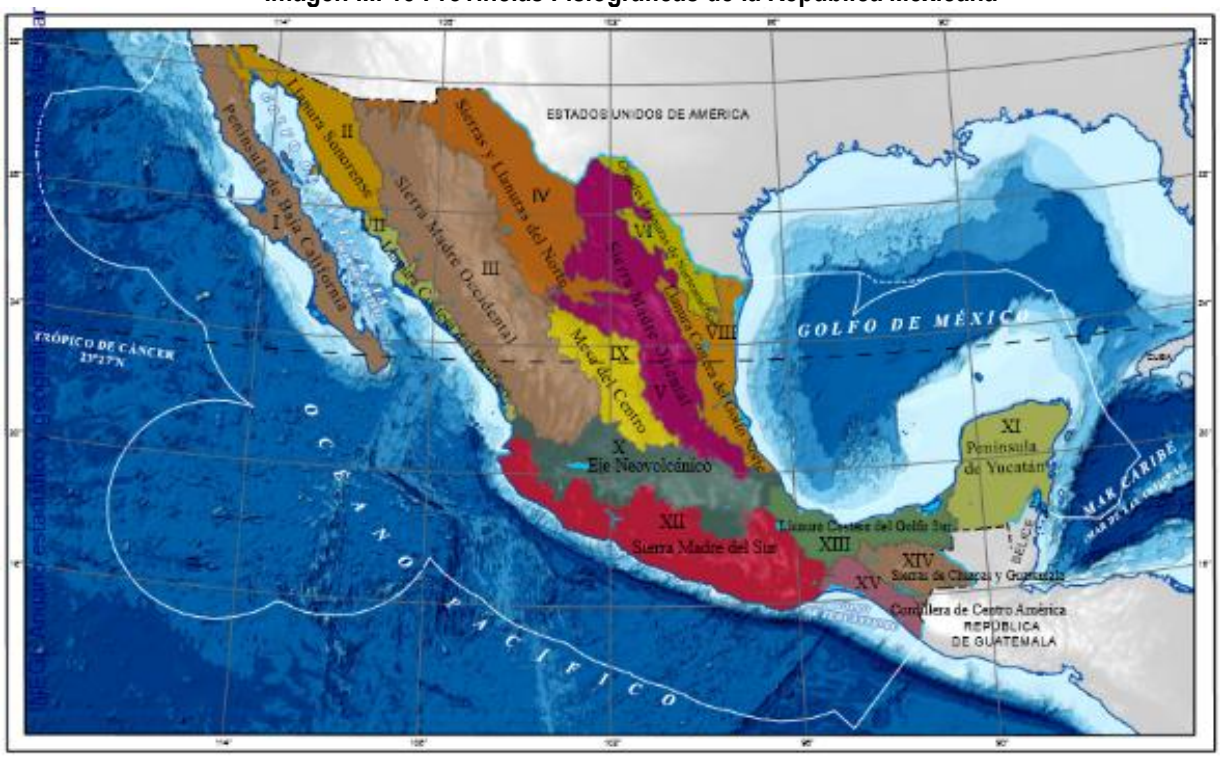
III.2.1.2. Geomorfología

La geomorfología cubre una amplia parte del marco fisico de formación de los suelos a través del relieve, la morfodinámica de superficie, el contexto morfoclimatico, los materiales no –consolidados o alterados que sirven de material parental a los suelos, y el factor tiempo (Zinck, 2012). La gran variedad de formas que presenta el relieve de México hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica. Así, la diversidad topográfica influye en las características climáticas, el tipo de suelo y la vida silvestre que la sustenta (INE, 2015).

Con fines metodológicos, el territorio nacional puede subdividirse agrupando regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares. Las zonas así diferenciadas se les reconoce como provincias fisiográficas. En México se han reconocido 15 provincias fisiográficas.

I. Península de Baja California
II. Llanura Sonorense
III. Sierra Madre Occidental
IV. Sierras y Llanuras del Norte
V. Sierra Madre Oriental
VI. Grandes Llanuras de Norteamérica
VII. Llanura Costera del Pacífico
VIII. Llanura Costera del Golfo Norte
IX. Mesa del Centro
X. Eje Neovolcánico
XI. Península de Yucatán
XII. Sierra Madre del Sur
XIII. Llanura Costera del Golfo Sur
XIV. Sierras de Chiapas y Guatemala
XV. Cordillera Centroamericana

Imagen III. 15 Provincias Fisiográficas de la República Mexicana



El estado de Oaxaca presenta las características geológicas más complejas del país, debido a la serie de eventos tectónicos superpuestos que han ocurrido en su territorio a lo largo del tiempo geológico y que generaron, por consecuencia, una gran diversidad de unidades litológicas aflorantes.

Desde el Proterozoico Tardío, la región fue afectada por eventos que definieron tres procesos geomorfológicos sobresalientes: el más importante, que originó las montañas complejas de la Sierra Madre del Sur, constituidas por rocas metamórficas, volcánicas e inclusive sedimentarias de origen marino y continental, afectadas en su conjunto por cuerpos batolíticos; el segundo en importancia, consiste de montañas bajas y lomeríos de rocas sedimentarias, plegadas por efectos de diversos grados de tectonismo; el tercer elemento geomorfológico, lo constituye un paisaje volcánico de lomeríos, producto de derrames y material piroclástico.

El territorio oaxaqueño comprende parte de 5 provincias fisiográficas. La Provincia Sierra Madre del Sur ocupa la mayor extensión del territorio (79.57%), con 6 subprovincias: Cordillera Costera del Sur, Sierras Orientales, Sierras Centrales de Oaxaca, Mixteca Alta, Costas del Sur y Sierras y Valles de Oaxaca. La provincia Cordillera Centroamericana abarca una porción del este del estado (11.98%); participa con 2 subprovincias: Sierras del Sur de Chiapas y Llanuras del Istmo. La provincia Llanura Costera del Golfo Sur, mediante la subprovincia Llanura Costera Veracruzana se introduce al noreste de la entidad ocupando 7.37% del área estatal.

Las provincias Eje Neovolcánico y Sierras de Chiapas y Guatemala ocupan 1.08% del territorio oaxaqueño; la primera se interna al noroeste por medio de la subprovincia Sur de Puebla, la segunda se ubica al oriente del estado, con la subprovincia Sierras del Norte de Chiapas.

A continuación, en las siguientes tablas se muestra la fisiografía de los municipios donde se encuentra el Puente del proyecto.

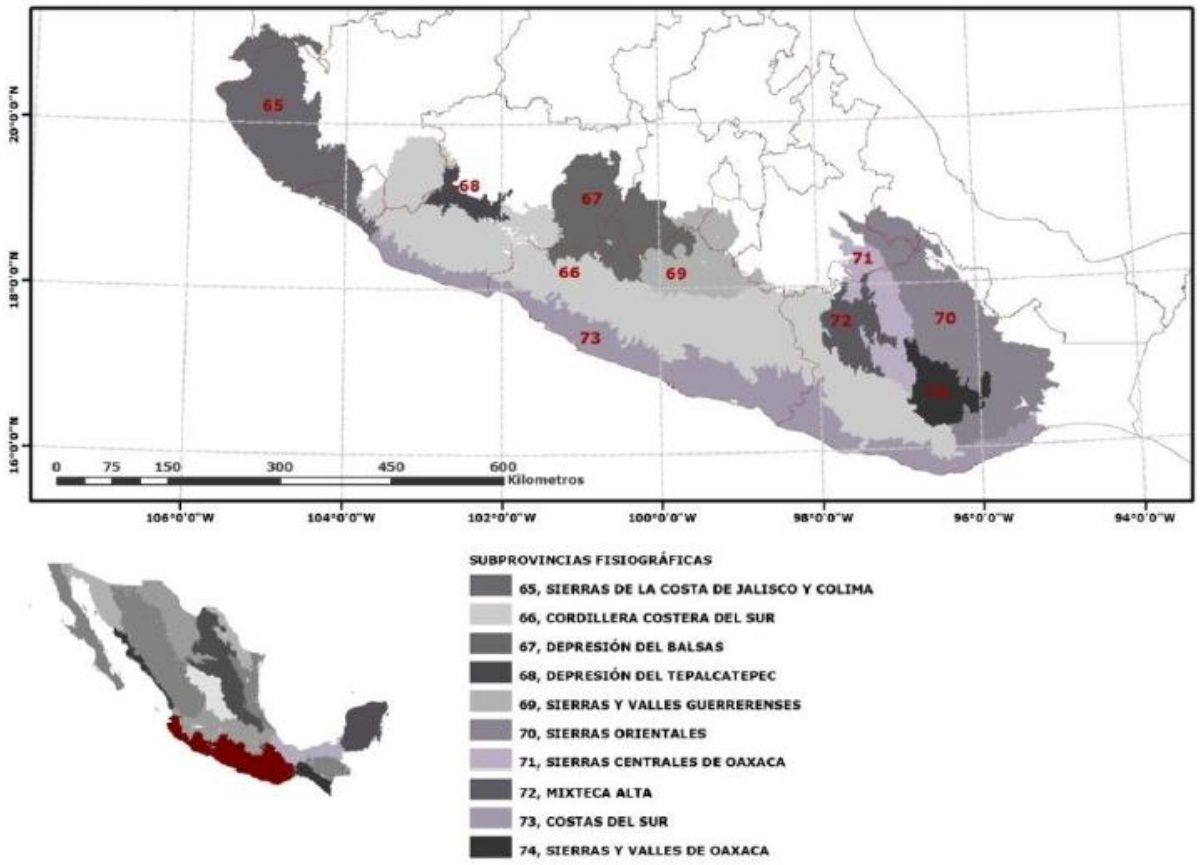
Tabla III. 8 Fisiografía en los municipios donde se localiza el proyecto

Municipio	Provincia	Subprovincia	Sistema de topoformas
San Antonino Monte Verde	Sierra Madre del Sur (100%)	Mixteca Alta (100%)	Lomerío con cañadas (50.44%) y Sierra alta compleja (49.56%)

Fuente: INEGI, 2010.

Dentro de las quince provincias que integran la República mexicana, el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**. Se localiza en la provincia XII que corresponde a la Sierra Madre del Sur, y la subprovincia (72) Mixteca Alta; dentro del sistema de topoformas Lomerío con cañadas y Sierra alta compleja.

Imagen III. 16 Subprovincias Fisiográficas de la Sierra Madre del Sur



Fuente: Provincias Fisiográficas, INEGI.

Sierra Madre del Sur. Se extiende a lo largo y muy cerca de la costa del Pacifico con una dirección general de noroeste a sureste, su altitud es casi constante de poco más de 2000m en ella nacen varias corrientes que desembocan en el Océano Pacífico y en su vertiente interior se localizan las cuencas del río Balsas, Verde y Tehuantepec.

Es la provincia de mayor complejidad geológica. Podemos encontrar, rocas ígneas, sedimentarias y la mayor abundancia de rocas metamórficas del país. El choque de las placas tectónicas de Cocos y la placa Norteamericana, provocó el levantamiento de esta Sierra y ha determinado en gran parte su complejidad. La provincia limita al norte con el Eje Neovolcánico; al este, con la Llanura Costera del Golfo Sur y con la Cordillera Centroamericana; y al oeste y sur, con el Océano Pacífico. Abarca porciones de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán de Ocampo, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz-Llave y todo el estado de Guerrero.

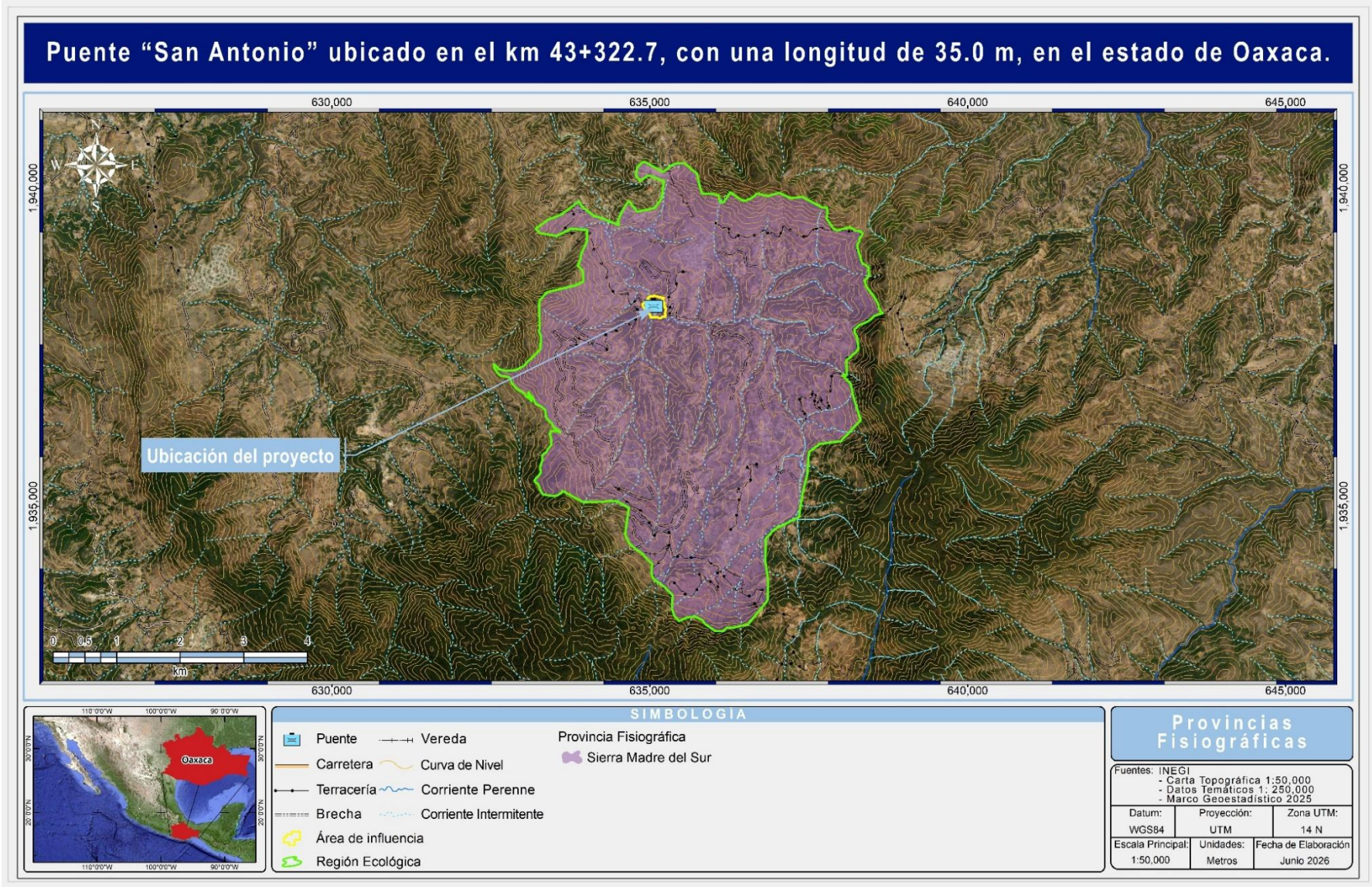
El trazo del Proyecto y la RE se asientan en su totalidad sobre la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur en la Subprovincia Mixteca Alta. El Sistema de Topoformas corresponde para la RE al Lomerío con cañadas y a la Sierra alta compleja, mientras que el Área de Influencia pertenece al Lomerío con cañadas.

Tabla III. 9 Fisiografía donde se ubica el proyecto

Provincia	Subprovincia	Sistema de topoformas
Sierra Madre del Sur	Mixteca Alta	Lomerío con cañadas y Sierra alta compleja.

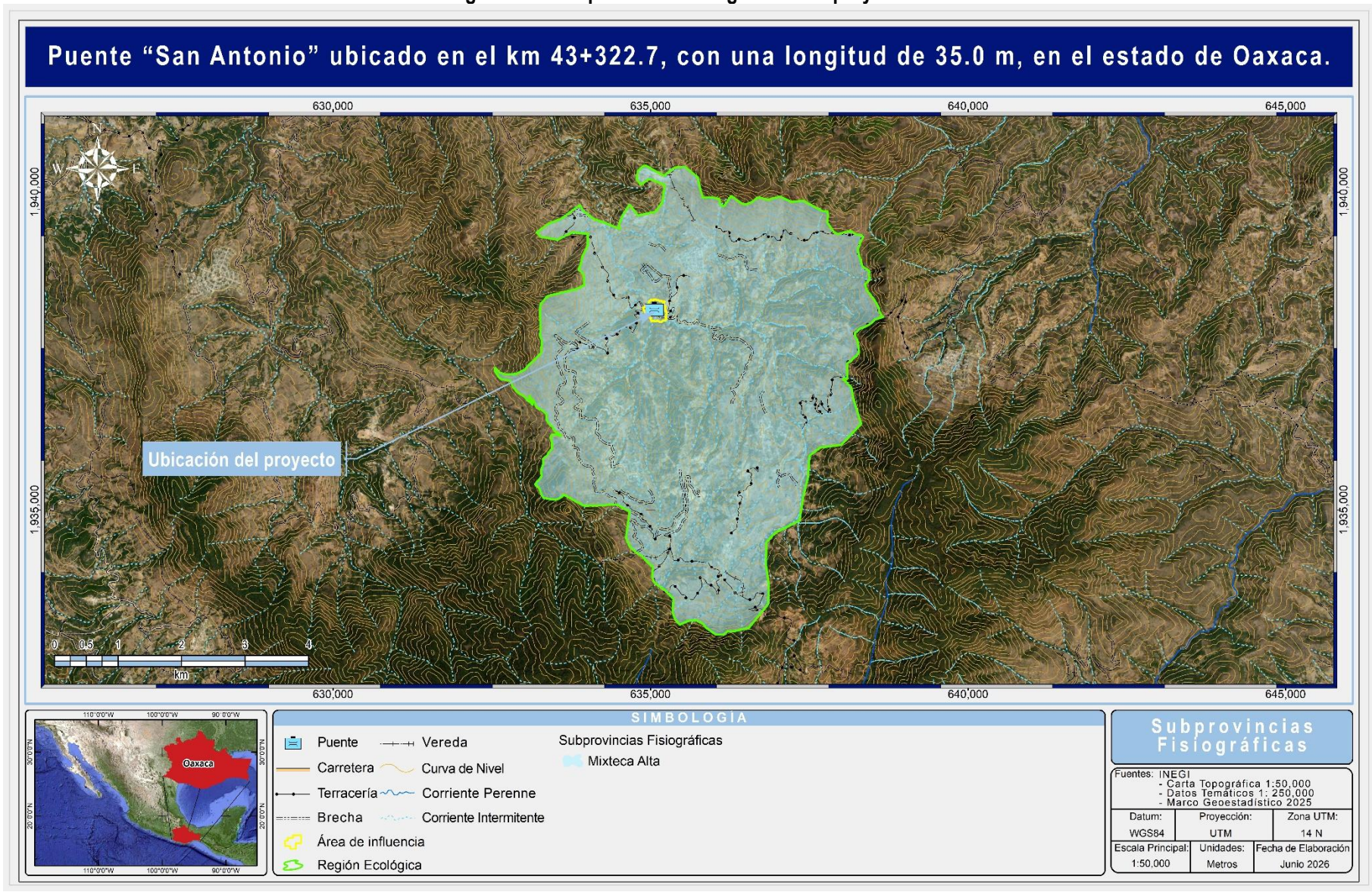
Fuente: INEGI, 2010.

Imagen III. 17 Provincias Fisiográficas del proyecto.



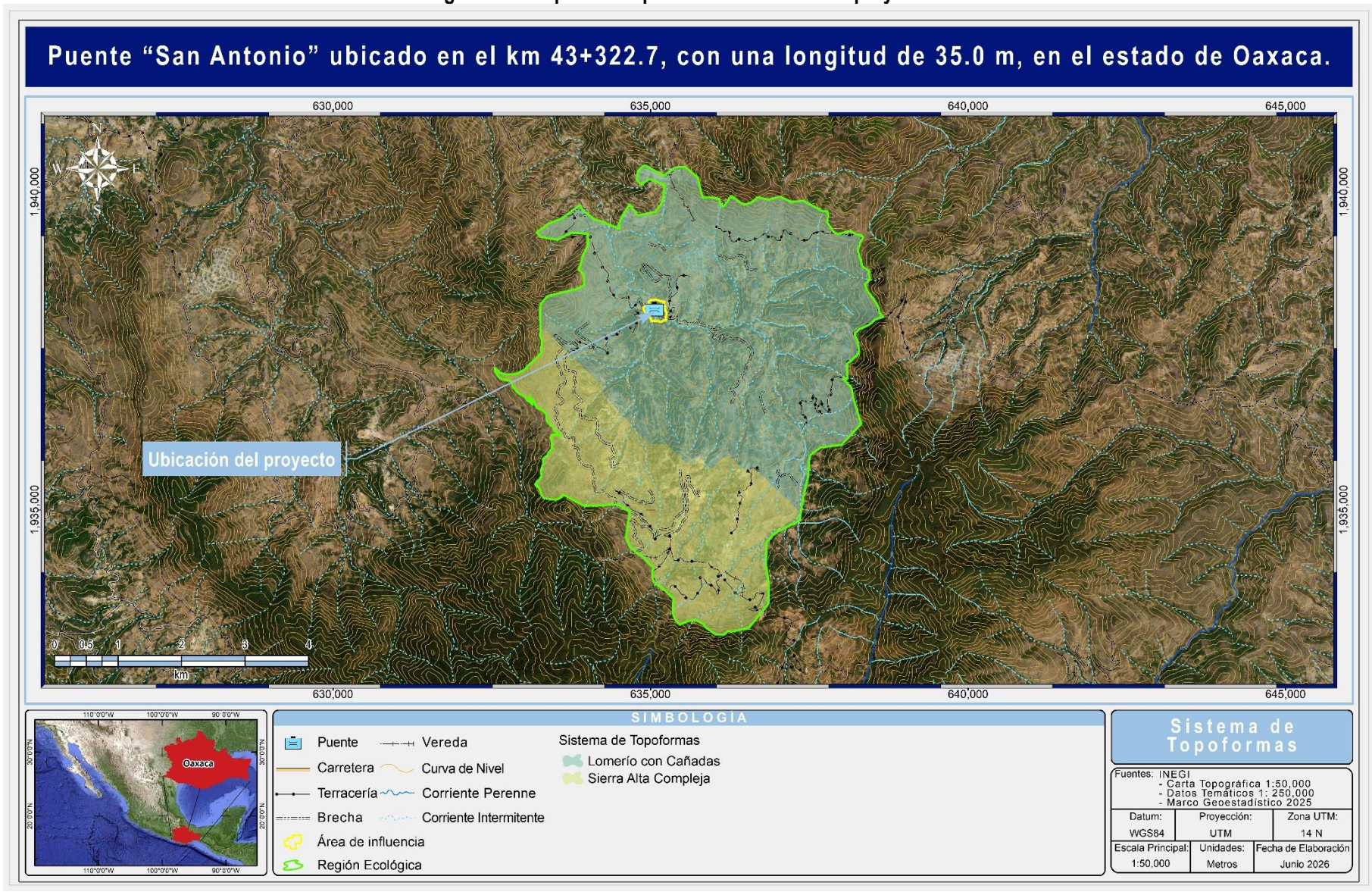
Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 18 Subprovincias Fisiográficas del proyecto.



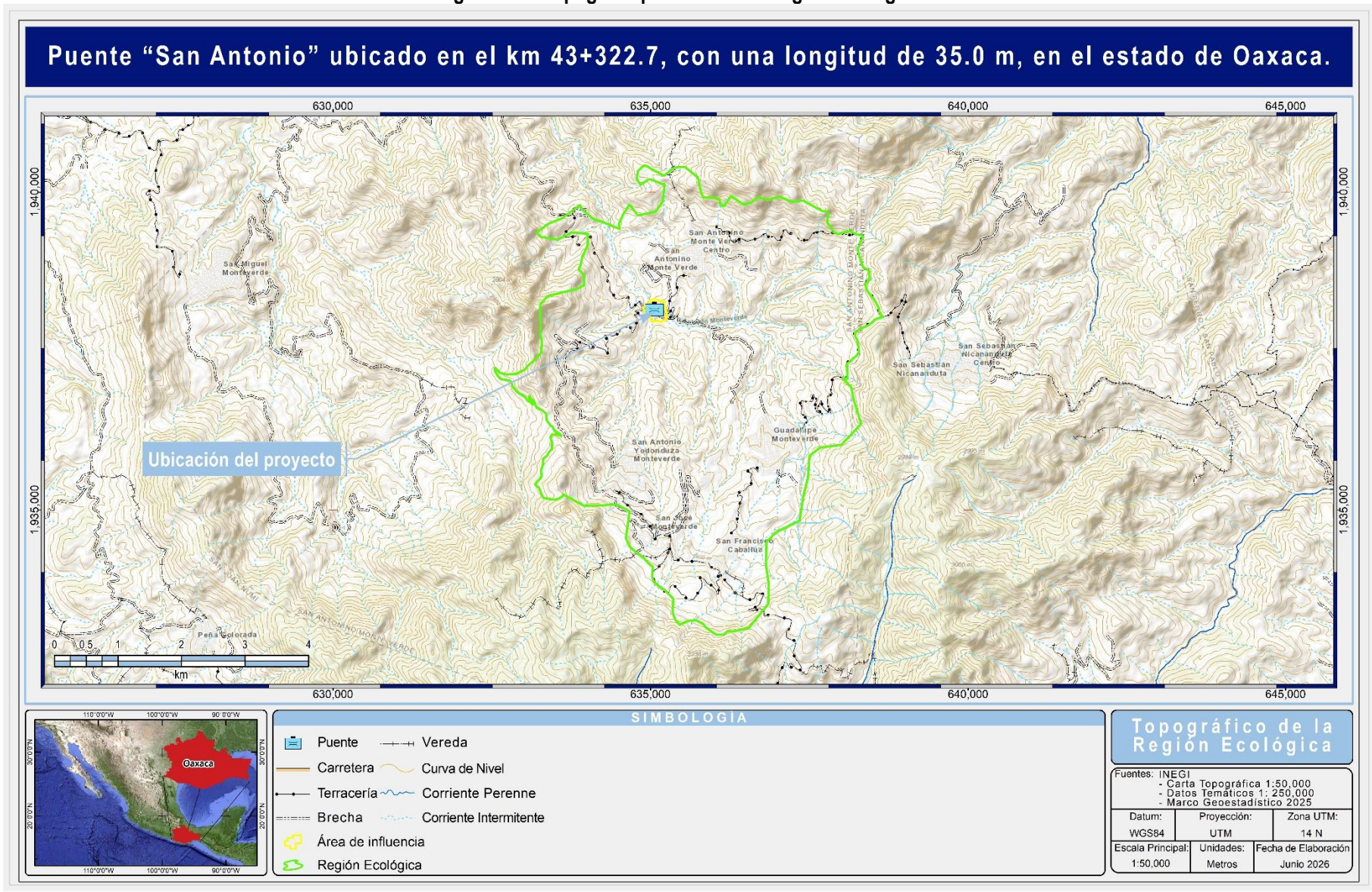
Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 19 Topoformas presentes en el área del proyecto.



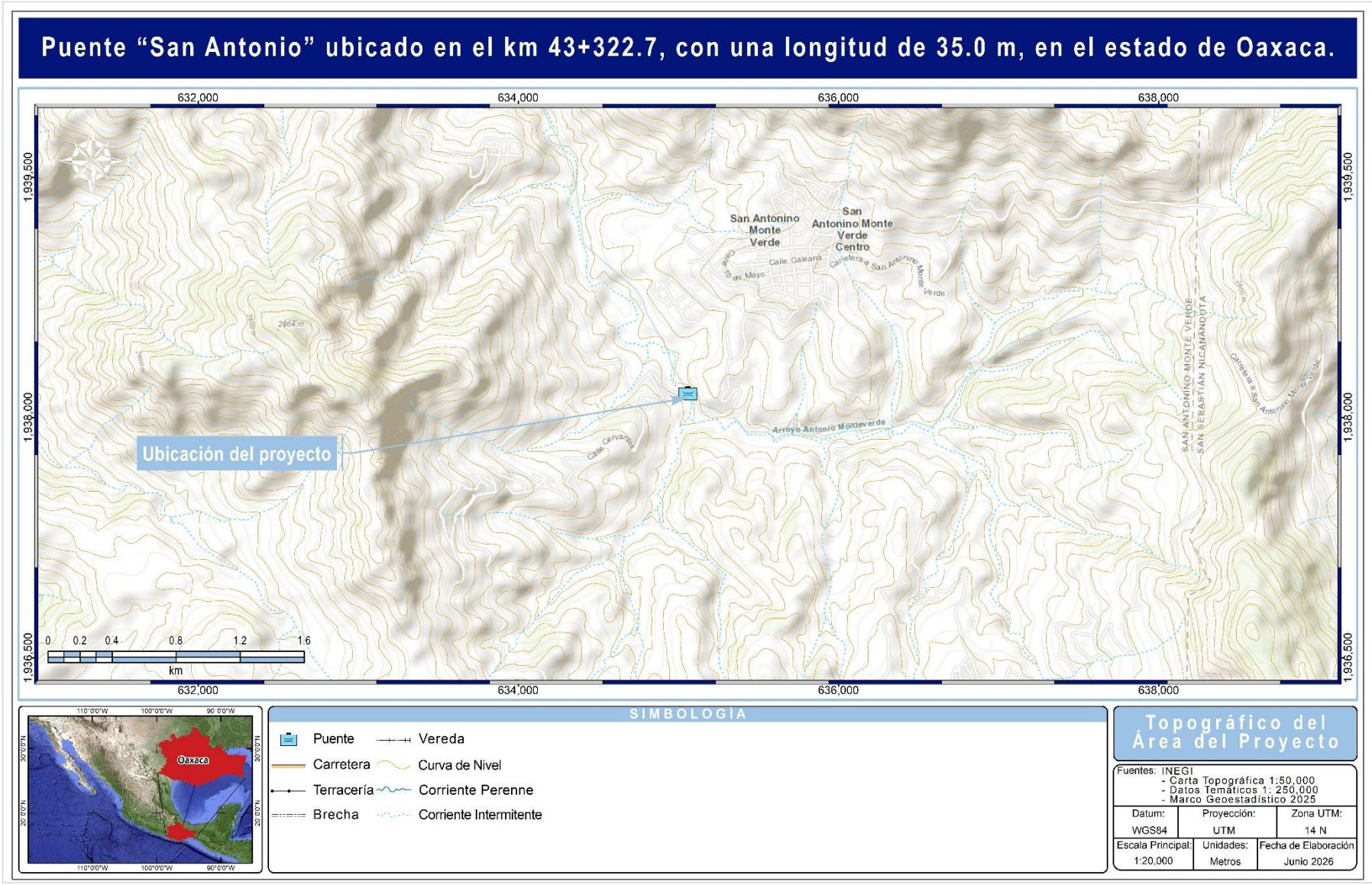
Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 20 Topografía presente en la Región Ecológica.



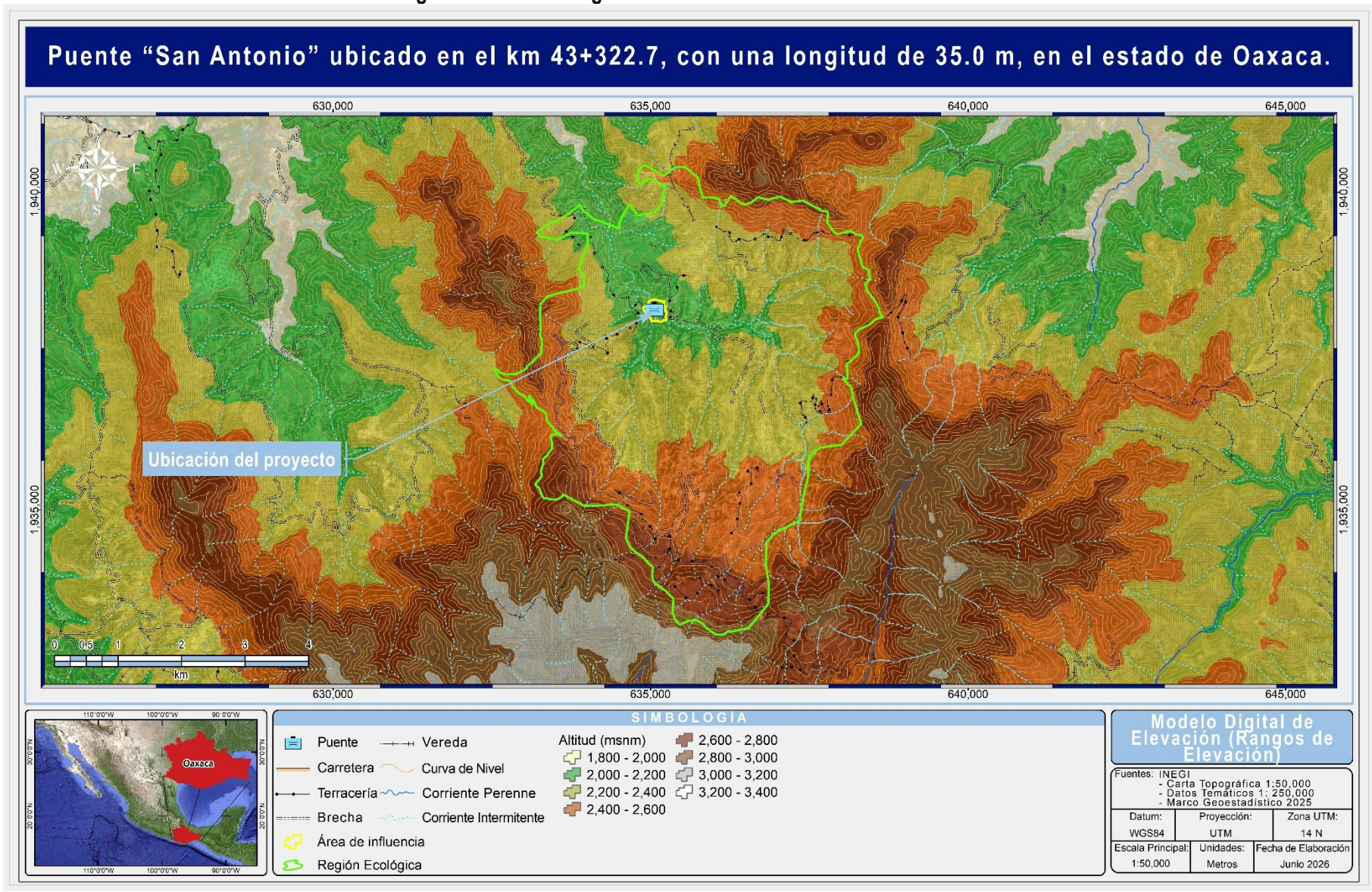
Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026

Imagen III. 21 Topografía presente en el Área del Proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 22 Modelo Digital de Elevaciones del Área de Influencia.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

III.2.1.3. Geología

La geología es considerada como una ciencia histórica ya que parte de la premisa de que el relieve actual de la Tierra es el resultado de una larga y variada evolución, por ello analiza este desarrollo espacial y temporal para señalar los factores y fuerzas que actuaron en el proceso y que le han dado la forma que actualmente conocemos, tanto en el exterior como en el interior de nuestro planeta.

La superficie de México ha sido dividida en varios Terrenos Tectonoestratigráficos. En la porción sur del acuífero se encuentran los Terrenos Tectonoestratigráficos Xopala y Maya, así como los bloques Arco Chontal y Mixtequita (Carta Geológica–Minera E15-10D15-1, escala 1:250,000 "Juchitán", SGM, 2000). Las rocas cristalinas del área La Mixtequita han sido divididas como parte del basamento del Terreno Maya (Campa y Coney, 1983). De acuerdo con la configuración tectonoestratigráfica de estos autores, el Terreno Juárez separa al Terreno Oaxaca del Terreno Maya; más recientemente Ortega G.F. *et al.,* (1990) y Sedlock *et al.* (1993) reanalizan la distribución de los terrenos tectonoestratigráficos del sur de México, pero ambos estudios no consideran la existencia de rocas precámbricas en el Terreno Maya. No es hasta 1994 cuando Murillo confirma la amplia distribución de granulitas de edad Grenvilliana en el Bloque La Mixtequita; en este sentido, la porción norte del acuífero pertenece al Terreno Maya y comprende parcialmente el Bloque Mixtequita, cuya posición actual es aún un enigma.

Respecto al estado de Oaxaca, sus características geológicas son consideradas las más complejas de México, la causa de ello es la serie de eventos tectónicos superpuestos que han ocurrido en su territorio a lo largo del tiempo geológico y por consecuencia, generando una gran diversidad de unidades litológicas aflorantes. En la entidad se tienen afloramientos metamórficos extensos, ampliamente distribuidos, son del Precámbrico al Cenozoico (Terciario); en diversas zonas del estado, se presentan rocas ígneas intrusivas y extrusivas, las cuales son del Paleozoico al Cenozoico (Terciario); mientras que los afloramientos de unidades sedimentarias se distribuyen en forma de promontorios aislados en todo el territorio estatal, su edad varía desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. Por último, los depósitos recientes (suelos) se disponen sobre todo como planicies costeras, valles intermontanos, planicies aluviales y valles fluviales.

En la siguiente tabla se muestra la geología de cada uno de los dos municipios donde se ubica el Proyecto.

Tabla III. 10 Geología en los Municipios del Proyecto.

Municipio	Periodo	Roca
San Antonino Monte Verde	Paleógeno (59.44%) y Terciario (40.56%).	**Ígnea extrusiva:** Toba intermedia (25.04%), andesita (17.95%) y andesita-brecha volcánica intermedia (16.45%). **Sedimentaria:** Limolita-arenisca (40.56%).

Fuente: INEGI, 2010.

Tabla III. 11 Eras Geológicas

Era	Período	Época	Millones de años atrás[1]	Eventos principales
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0,012	Final de la **Edad de Hielo** y surgimiento de la **civilización actual.**
		Pleistoceno	2,588	Ciclos de **glaciaciones**. Evolución de los **humanos modernos**. Extinción de la megafauna.
	Neógeno	Plioceno	5,332	**Formación del Istmo de Panamá**. Capa de hielo en el Ártico y Groenlandia. **Clima similar al actual. Australopitecos.**
		Mioceno	23,030	**Desecación del Mediterráneo. Reglaciación de la Antártida.**
	Paleógeno	Oligoceno	33,9 ±0,1	**Orogenia Alpina**. Formación de la Corriente Circumpolar Antártica y **congelación de la Antártida. Familias modernas de animales y plantas.**
		Eoceno	55,8 ±0,2	**India colisiona con Asia**. Máximo térmico del Paleoceno-Eoceno. **Disminución del dióxido de carbono.** Extinción de final del Eoceno.
		Paleoceno	65,5 ±0,3	**Continentes** de aspecto actual. **Clima uniforme, cálido y húmedo. Florecimiento animal y vegetal.**
Mesozoico	Cretácico		145,5 ±4,0	Máximo de los dinosaurios. Primitivos **mamíferos placentarios**. Extinción masiva del Cretácico-Terciario.
	Jurásico		199,6 ±0,6	Mamíferos **marsupiales**, primeras **aves**, primeras **plantas con flores.**
	Triásico		251 ±0,4	Extinción masiva del Triásico-Jurásico. Primeros **dinosaurios, mamíferos ovíparos.**
Paleozoico	Pérmico		299 ±0,8	Formación de **Pangea**. Extinción masiva del Pérmico-Triásico, **95% de las especies desaparecen.**
	Carbonífero	Pensilvaniense	318,1 ±1,3	Abundantes **insectos**, primeros **reptiles, bosques de helechos.**
		Misisipiense	359,2 ±2,5	Árboles grandes primitivos.
	Devónico		416 ±2,8	Aparecen los **primeros anfibios**, Lycopsida y Progymnospermophyta.
	Silúrico		443,7 ±1,5	**Primeras plantas terrestres fósiles.**
	Ordovícico		488,3 ±1,7	**Dominan los invertebrados**. Extinciones masivas del Ordovícico-Silúrico.
	Cámbrico		542 ±1,0	Explosión cámbrica. **Primeros peces**. Extinciones masivas del Cámbrico-Ordovícico.
Neoproterozoico	Ediacárico		635	Formación del supercontinente **Pannotia.** Fósiles de metazoarios.
	Criogénico		850	**Tierra bola de nieve.**
	Tónico		1000	Fósiles de acritarcos.
Mesoproterozoico	Esténico		1200	Formación del supercontinente **Rodinia.**
	Ectásico		1400	Posibles **fósiles de algas rojas.**
	Calímnico			Expansión de los depositos continentales.
Paleoproterozoico	Estatérico			Posible primer eucariota.
	Orosírico		2050	**Atmósfera oxigénica.**
	Riásico		2300	Glaciación Huroniana.
	Sidérico		2500	Gran Oxidación.
Neoarcaico			2800	**Fotosíntesis oxigénica.** Cratones más antiguos.
Mesoarcaico			3200	**Primera glaciación.**
Paleoarcaico			3600	Comienzo de la **fotosíntesis anoxigénica** y primeros **posibles fósiles y estromatolitos.**
Eoarcaico			3800	**Primeras células. Primer supercontinente, Vaalbará.**
Ímbrico			3850	Fin del **bombardeo de meteoritos.**
Nectárico			3920	Grandes **impactos en la Luna.**
Grupos Basin			4150,	Primeras **moléculas auto-replicantes.**
Críptico			4570	**Formación de la Tierra.**

Fuente: Nuestro Planeta y su historia, 2015

Particularmente en el Área del Proyecto se registran varios tipos de roca de acuerdo con la información geográfica del INEGI.

Tabla III. 12 Litología presente en el Proyecto.

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema
Ti(lm-ar)	Unidad cronoestratigráfica	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Cenozoico	Paleógeno
Ts(Igei)	Unidad cronoestratigráfica	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva básica	Cenozoico	Neógeno

Fuente: INEGI, 2010.

DESCRIPCION DE LOS TIPOS DE ROCA

Las **rocas sedimentarias** (del latín sedimentum, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

Una roca preexistente expuesta en la superficie de la tierra pasa por un *Proceso Sedimentario* (erosión o intemperismo, transporte, depósito, compactación y diagénesis) con el que llega a convertirse en una roca sedimentaria; a esta transformación se le conoce como ***litificación***. Debido a que las rocas sedimentarias son formadas cerca o en la superficie de la tierra su estudio nos informa sobre el ambiente en el cual fueron depositadas, el tipo de agente de transporte y, en ocasiones, del origen del que se derivaron los sedimentos.

Las rocas sedimentarias generalmente se clasifican, según el modo en que se producen, en ***detríticas*** o ***clásticas,*** y ***químicas*** o ***no clásticas*****;** dentro de ésta última, se encuentra una subcategoría conocida como ***bioquímicas***.

Limolita-Arenisca

La limotita es una roca sedimentaria detrítica que se presenta en varios colores y se caracteriza por tener granulometría del tamaño de limo (entre 0.002mm a 0.06mm), además, su textura es bien sorteada y minerológicamente se compone de un 30% de arcilla, feldespatos, cuarzo, micas y óxidos de hierro.

Las limolitas suelen presentarse en estratos subhorizontales generalmente menores a 1m de espesor intercaladas con lutitas y areniscas.

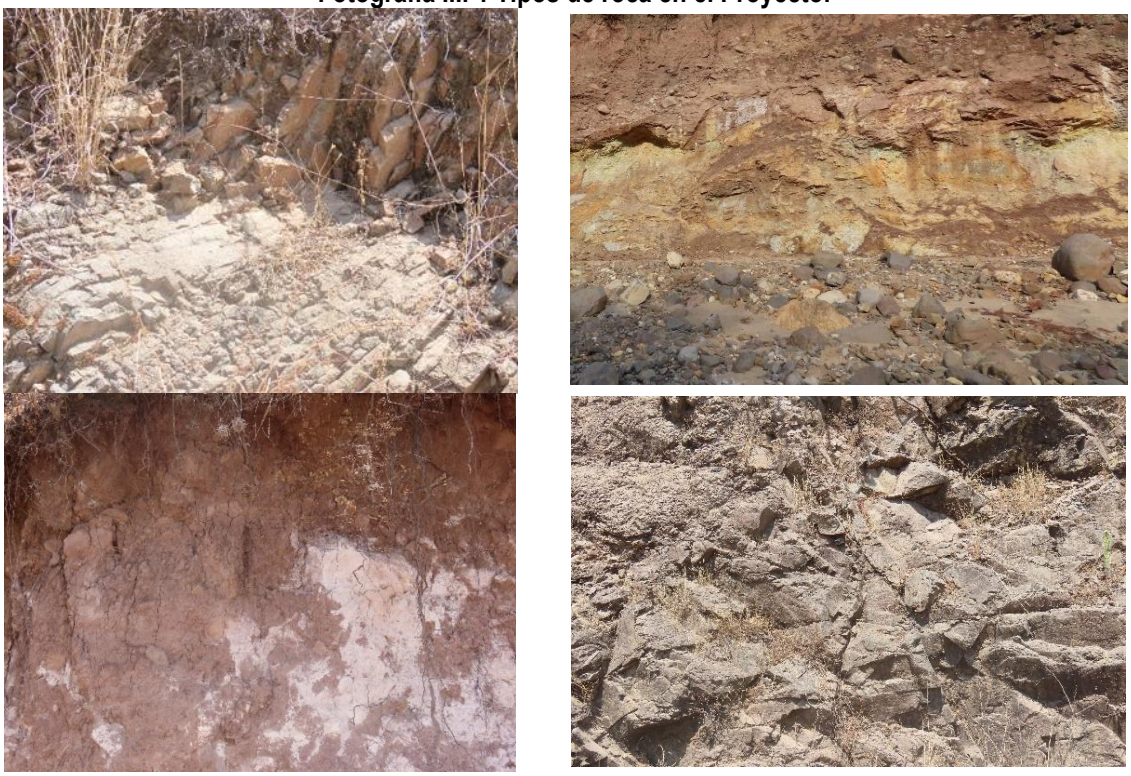
Las **rocas ígneas** (del latín *ignis,* fuego) también nombradas magmáticas, son todas aquellas que se han formado por solidificación de un de material rocoso, caliente y móvil denominado magma; este proceso, llamado cristalización, resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas. Este tipo de rocas también son formadas por la acumulación y consolidación de lava, palabra que se utiliza para un magma que se enfría en la superficie al ser expulsado por los volcanes.

Cuando la solidificación del magma se produce, al menos en parte, en la superficie o a escasa profundidad, la roca resultante se denomina **volcánica o extrusiva** y estos, a su vez, se subdividen en familias a partir de las diferentes texturas, asociaciones minerales y modo de ocurrencia.

Rocas ígneas extrusivas, efusiva o volcánicas

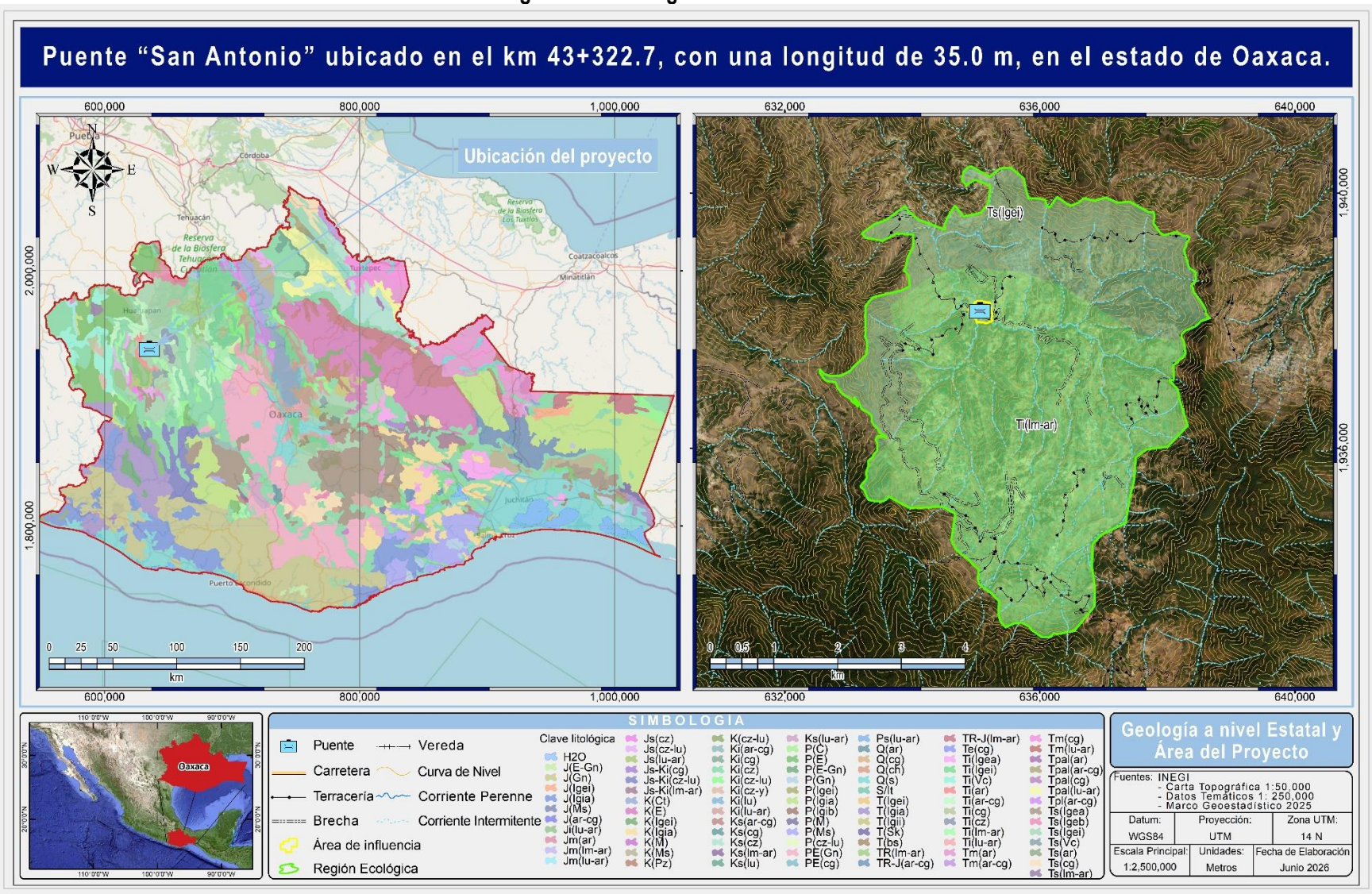
Las rocas volcánicas típicas son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas. Los piroclásticos (del griego pyro, fuego, y klastos, quebrado), son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes, pueden ser de muchas formas y tamaños.

Fotografía III. 1 Tipos de roca en el Proyecto.



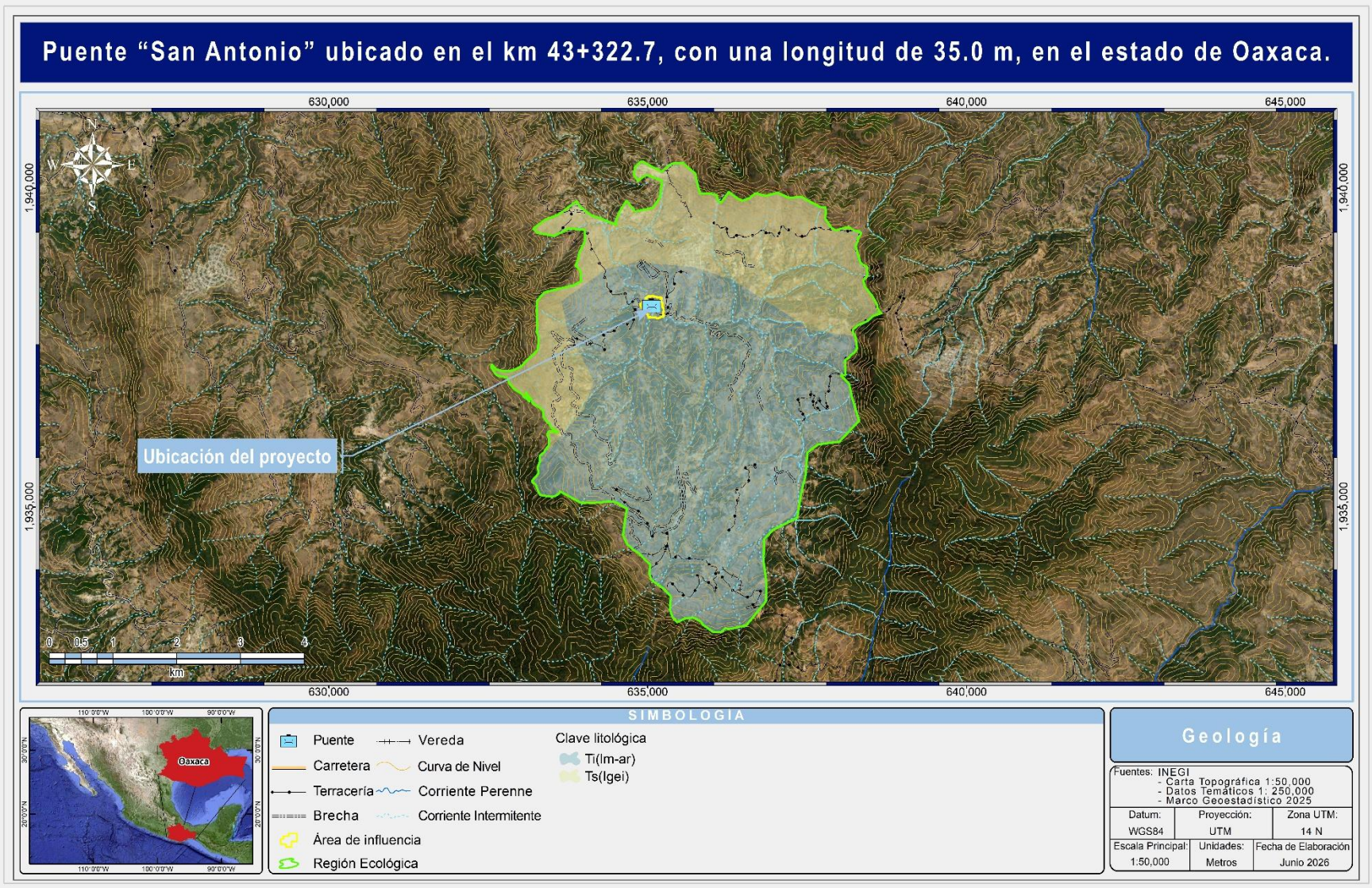
Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 23 Geología en el estado de Oaxaca.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 24 Geología presente en el Proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Sismicidad

Un sismo es un fenómeno que se produce por un rompimiento repentino de la cubierta rígida del planeta llamada corteza terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que se perciben como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables (CENAPRED, 2007). La República Mexicana se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, el Cinturón de Fuego del Pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: Norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico (CENAPRED, 2007). La generación de los temblores más importantes en México por su magnitud y frecuencia se debe, básicamente, a dos tipos de movimientos entre placas: de subducción y desplazamiento lateral. El primero se da a lo largo de la porción costera entre Jalisco y Chiapas donde las placas de Rivera y Cocos penetran por debajo de la norteamericana.

Por otra parte, entre la placa del Pacífico y la norteamericana se observa un desplazamiento lateral; a diferencia de la subducción, es visible en la superficie del terreno, esto se verifica en la parte norte de la península de Baja California y a lo largo del Estado de California, en los Estados Unidos de América (CENAPRED, 2007). En el siglo pasado, ocurrieron 71 sismos de gran intensidad los que causaron daños materiales y víctimas. La tercera parte de la población de la República Mexicana vive en zonas de alto y muy alto peligro sísmico, coincidiendo con los Estados de mayor índice de marginación (Guerrero, Oaxaca y Chiapas). La zona con mayor potencial sísmico en el país se localiza en lo largo de la Costa del Estado de Guerrero, donde se estima podría ocurrir uno o dos terremotos de magnitud ocho. La alta densidad poblacional y los estratos geológicos de débil resistencia son las zonas susceptibles de ser impactadas violentamente por los sismos. La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

De acuerdo con la moderna teoría de las placas tectónicas, la corteza terrestre está dividida, a manera de un mosaico, en unas 17 placas principales, que se desplazan lateralmente unas respecto a otras, impulsadas por corrientes de convección que se generan en el manto. Conceptos geofísicos modernos advierten que la mayor parte de la actividad sísmica en el mundo está asociada, directa o indirectamente, con el movimiento relativo de las placas litosféricas y con su interacción a lo largo de las zonas de contacto. En los bordes, entre bloques rígidos de la litosfera, se genera el 90% de los sismos registrados instrumentalmente.

Existen por lo menos dos escalas para caracterizar un sismo: Mercalli (mide los daños y energía producida) y Richter (mide la magnitud). En México la escala utilizada es Richter, que se describe en el siguiente cuadro.

Tabla III. 13 Escala Richter

Magnitud en escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado.
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores.
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños.
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

Fuente: SSN, 2015.

La República Mexicana se encuentra dentro de una placa enorme conocida como Placa Norteamericana, la cual abarca desde Canadá hasta Guatemala. En particular, nuestro país se encuentra en interacción con las placas del Pacífico, Cocos, Rivera y del Caribe.

A nivel nacional, el Estado de Oaxaca ocupa el primer lugar con 30 % del total de los sismos reportados por el Servicio Sismológico Nacional. Esta cifra se incrementó a casi 50 % de la totalidad de sismos reportados, a consecuencia de las réplicas del sismo de magnitud 8.2 del 7 de septiembre de 2017, localizado en el Golfo de Tehuantepec. Es importante mencionar que, si se revisa la sismicidad histórica del estado, pareciera que está temblando más, sin embargo, la realidad es que se han colocado más estaciones para vigilancia sísmica. Oaxaca ocupa el quinto lugar en extensión territorial del país y en la actualidad, el Servicio Sismológico Nacional tiene 10 estaciones sismológicas en el Estado, lo que representa una sexta parte del total de estaciones de su red de banda ancha. Sin embargo, este número de estaciones es insuficiente para monitorear la sismicidad a nivel local, es decir, sismos con magnitudes menores que 3.

El sismo del 7 de septiembre de magnitud 8.2 en Oaxaca fue uno de los más grandes ocurridos en México en los últimos cien años. Aunque los grandes terremotos que han ocurrido son sismos de subducción o interplaca, este sismo ocurrió dentro de la placa de Cocos, es decir, fue un sismo intraplaca originado por una falla normal, cuyo plano de falla es casi vertical. Este sismo fue más energético de lo normal, lo que contribuyó a los daños en la región del Istmo y golfo de Tehuantepec. Usualmente se observa en los registros que cuando suceden sismos intraplaca, la secuencia de réplicas es corta, comparada con los sismos interplaca; sin embargo, debido a su magnitud, este sismo causó una cantidad significativamente grande de réplicas.

Cabe resaltar que el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, se localiza en la zona C de la región sísmica.

Tabla III. 14 Regionalización sísmica según su aceleración de roca.

Aceleración máxima en roca, a0r (cm/s2), correspondiente al nivel de referencia ER	Zona	Intensidad sísmica
a0r ≥ 200	D	Muy Alta
100 ≤ a0r< 200	C	Alta
50 ≤ a0r< 100	B	Moderada
a0r< 50	A	Baja

Fuente: CFE 2015.

VULCANISMO

Este fenómeno geológico es una manifestación de la energía interna de la Tierra que afecta principalmente a las zonas inestables de la corteza terrestre. Los volcanes son las aberturas naturales en la corteza terrestre por donde brotan gases, cenizas y magma o roca derretida. Al magma después de una erupción se le llama lava, la cual acaba haciéndose sólida al enfriarse. Hay volcanes en los continentes y en los fondos oceánicos donde en ocasiones es posible verlos sobre el mar.

México es una tierra fascinante, de gran valor histórico, cultural y con un considerable valor geográfico y geológico. Posee un suelo muy accidentado, con un gran número de cordilleras, montañas, volcanes, montes y colinas. En el país, gran parte del vulcanismo está relacionado con la zona de subducción formada por las placas tectónicas de Rivera y Cocos en contacto con la gran placa de Norteamérica, y tiene su expresión volcánica en la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). Son parte del Anillo de Fuego del Pacífico, también llamado Cinturón Circumpacífico que rodea casi totalmente el Pacifico (SGM, 2015).

Las manifestaciones volcánicas reúnen un conjunto de fenómenos como la expulsión desde el interior de la Tierra de grandes volúmenes de material sólido, entre ellos basalto, riolita, ceniza, arena, pómez, además de gases y agua. La destructividad que presentan dichas manifestaciones se puede compensar, en cierto modo, con una serie de beneficios, como la existencia de minerales que por lo común acompañan a la roca volcánica llamada riolita, y quedan dispuestos cerca de la superficie. También, como producto del contacto de cuerpos magmáticos, brota agua de

carácter termal, con lo que ha florecido un sinnúmero de sitios en el país con el atractivo medicinal y recreativo que suelen tener los manantiales de esta clase. También, como valiosa herencia volcánica, disponemos de canteras de tezontle y tobas, que son fuentes de materiales de construcción. Tal es el caso de ciudades con extraordinaria belleza y categoría arquitectónica mundial levantadas con rocas de origen ígneo, como Oaxaca y Zacatecas, ejemplos destacados.

Las manifestaciones vulcanográficas que han dejado huella relevante son las de los periodos geológicos terciario y cuaternario. Los fracturamientos de la corteza terrestres en el área mexicana, asociados al tectonismo, son responsables de la distribución geográfica de los principales edificios volcánicos nacionales, por lo que su aparente alineación obedece al derramamiento de materiales ígneos a lo largos de grandes fisuras, como la famosa falla de los 19°, que cruza el territorio de oriente a occidente y salpica de volcanes a toda su zona de influencia.

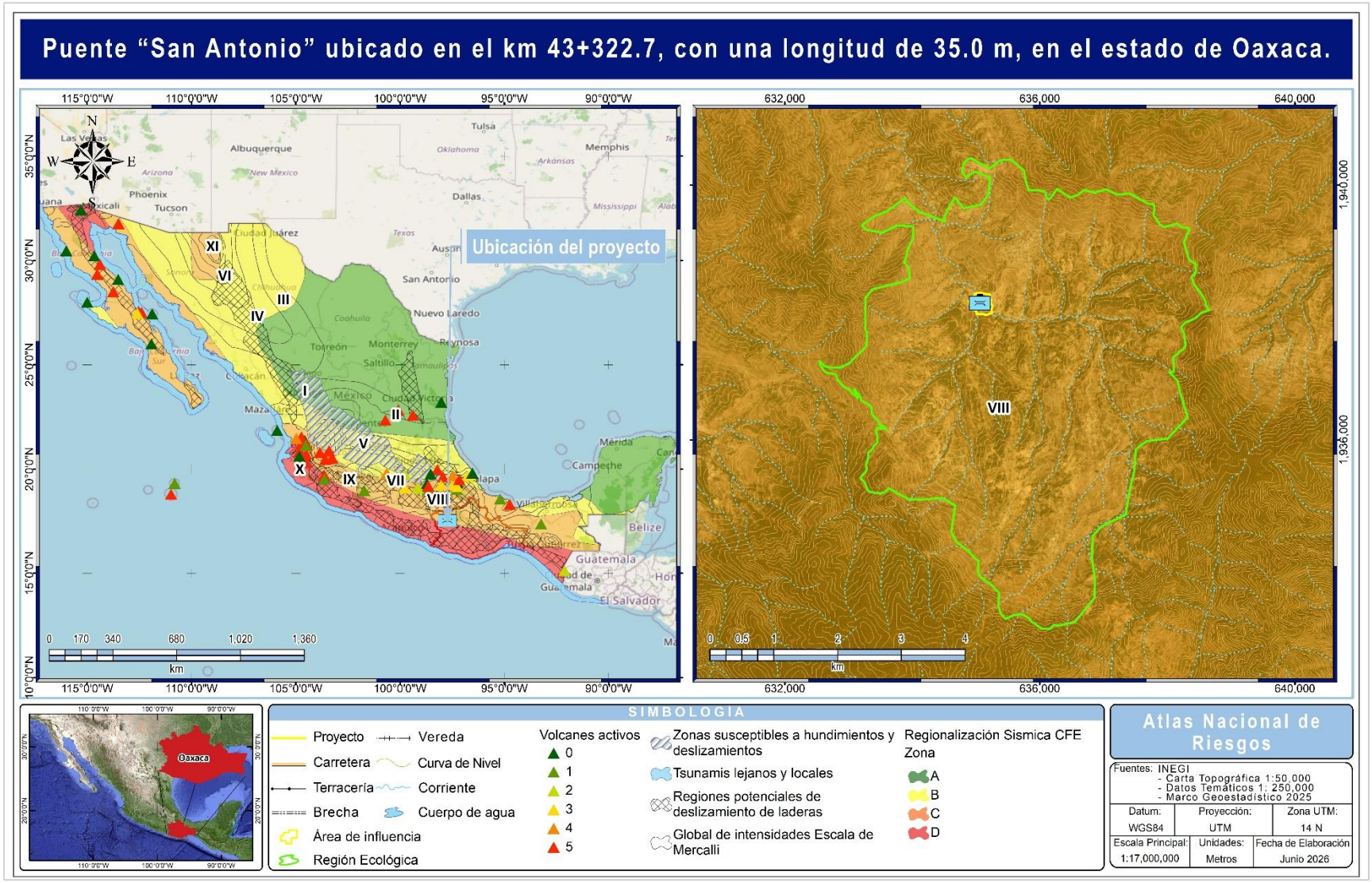
Entre los edificios volcánicos representativos del país se encuentran miles de conos o escorias de algunos centenares de metros de altitud. Estos suelen presentarse en enjambre. La región del Paricutín, en Michoacán, es un caso típico. Se piensa que estos pequeños volcanes comparten una cámara magmática de escasa profundidad y rara vez entran de nuevo en actividad. Además, se presentan los volcanes que, al hacer erupción, en un medio acuático, perdieron su cráter. Localmente los denominados axalapazcos, entre los que destaca Alchichica. También son famosos los que se ubican en la región de Valle de Santiago, Guanajuato, conocidos como Las Siete Luminarias.

Por último, tenemos a los grandes y majestuosos estratovolcanes o edificios volcánicos estratificados, compuestos de capas intercaladas de material fragmentado y de grandes coladas de lava, producto de erupciones de distinto grado de violencia. El Popocatépetl es un excelente ejemplo de este tipo de montañas, al igual que el Nevado de Toluca, el Iztaccíhuatl, el Cofre de Perote y el ya mencionado Pico de Orizaba. La actividad volcánica mexicana se atribuye a la presencia de varios factores asociados a la existencia de áreas de la corteza terrestre sumamente delgadas, y por lo tanto frágiles, de gran vulnerabilidad al empuje de los magmas. El caso de Michoacán es palpable, tan solo en la región de Uruapan existen más de 300 volcanes de edad terciaria y cuaternaria, que se manifestaron en un sector cortical del planeta con poco más de 10 Km de espesor. También la presencia de fallas activas que permiten el ascenso de grandes volúmenes de magmas favorece la existencia de la actividad volcánica.

Imagen III. 25 Volcanes de México



Imagen III. 26 Región sísmica a la que pertenece el Área del Proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

III.2.1.4. Suelo

El suelo es la parte exterior de la corteza terrestre en donde las rocas se han desintegrado por efecto del intemperismo, formando una cubierta en la que vive una microbiota, flora y fauna microbiana que, actuando como un verdadero laboratorio, transforman materia mineral en alimento de las plantas, para que puedan ser utilizadas posteriormente por los animales y los seres humanos. Es decir, el suelo es el recurso natural que, unido al agua en forma de lluvia o corrientes, permite el establecimiento de las actividades forestales, ganaderas y agrícolas. Así, el suelo se interpreta como el resultado de la interacción del clima, la roca madre, el drenaje, la topografía, los microorganismos y la vegetación a lo largo del tiempo.

El suelo posee diversas propiedades físicas, químicas y biológicas, que intervienen en el ecosistema en el que se encuentran. En el siguiente cuadro se enlistan algunas de las propiedades antes mencionadas.

Tabla III. 15 Propiedades del suelo.

Físicas	Químicas	Biológicas
Estructura	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Ciclo del nitrógeno: Mineralización Nitrificación Fijación de nitrógeno Desnitrificación
Profundidad	pH del Suelo	
Agua en el Suelo	Porcentaje de saturación de bases	
Disponibilidad de agua en el suelo	Nutrientes para las plantas	
Textura	Carbono orgánico del suelo	
Color	Nitrógeno del suelo	Ciclo del carbono
Consistencia	Salinización del suelo	
Porosidad	Alcalinización del suelo	
Densidad	Contenido de carbonato de calcio	
Movimiento del agua en el suelo	Contenido de carbonato de sodio	

Fuente: FAO, 2016.

En 1991, la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo formo un grupo de trabajo llamado la Base Internacional de Referencia para la Clasificación de Suelos (IRB), misma que fue renombrada como la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB). Su función fue elaborar un sistema de clasificación de suelos, donde presentaron la primera edición de la WRB en 1998 (FAO, 1988) y la segunda edición en 2006. En 2014 se publicó la tercera edición de la WRB, donde se proponen 32 grupos de suelo en general. Se muestra a continuación.

Tabla III. 16 Grupos de suelos del Sistema de clasificación WRB 3ra Edición.

Grupo de suelo	Características
Histosoles.	Suelos con capas orgánicas gruesas.
Antrosoles, Tecnosoles.	Suelos con fuerte influencia humana.
Criosoles, Leptosoles, Solonetz, Vertisoles, Solonchacks.	Suelos con enraizamiento limitado. Están o han estado fuertemente influenciados por el agua.
Gleysoles, Andosoles, Podzoles, Plintosoles, Nitisoles, Ferralsoles, Planosoles, Stagnosoles.	Suelos regulados por la química de Fe/Al.
Chernozems, Kastanozems, Phaeozems, Umbrisoles.	Acumulación pronunciada de materia orgánica en el suelo mineral superficial.
Durisoles, Gipsisoles, Calcisoles.	Suelos de regiones áridas con acumulación de yeso, sílice y carbonato de calcio, respectivamente.
Retisoles, Acrisoles, Lixisoles, Alisoles, Luvisoles.	Suelos enriquecidos en arcillas en la parte sub-superficial.
Cambisoles, Arenosoles, Fluvisoles, Regosoles.	Suelos relativamente jóvenes con muy poco o ningún desarrollo de perfil.

Fuente: FAO, 2014.

El objetivo de la WRB es facilitar la implementación de inventarios de suelos y la interpretación de mapas de suelos, para que sea una herramienta práctica en la toma de decisiones para geólogos, agrónomos, agricultores, ingenieros civiles, entre otros. Lo anterior con la finalidad de tener información para evaluar y conocer el uso potencial de los

distintos suelos, monitorear su evolución, transferir tecnología de uso del suelo de una región a otra, entre otras (FAO,2014).

De acuerdo con este sistema, en América Latina y el Caribe son 16 los grupos de suelos dominantes, considerando la superficie que abarcan. En México existen 26 de los 32 grupos de suelo de la WRB, donde el 83 % del territorio nacional lo dominan los siguientes grupos: Leptosol (28.3 %), Regosol (13.7 %), Phaeozem (11.7 %), Calcisol (10.4 %), Luvisol (9 %), Vertisol (8.6 %) y Andosol (1.3 %). Lo anterior de acuerdo con la actualización que realizó el INEGI usando el sistema WRB en el año 2000; ya que la clasificación original de los suelos de México está basada en la Leyenda FAO-UNESCO (1968). A continuación, se describe brevemente estos grupos.

Leptosol. Corresponde a suelos someros que tienen una profundidad menor o igual a los 25 cm, alta pedregosidad y puede contener una gran cantidad de material calcáreo, lo que limita el desarrollo radicular de las plantas. Además, su capacidad de almacenamiento de agua es baja y presenta un alto riesgo de erosión. Por sus características se dificulta su aprovechamiento agrícola, por lo que usualmente se usa para el pastoreo y la actividad forestal. Son suelos típicos de la Península de Yucatán.

Regosol. Al igual que los leptosoles, son suelos muy jóvenes, poco profundos y con pobre contenido de materia orgánica. Tienen baja capacidad de retención de humedad, por lo que requieren de riegos frecuentes para lograr la producción agrícola. Muchas veces se asocian con afloramientos de tepetate, lo que dificulta la infiltración y favorece la escorrentía superficial, así como la erosión. Generalmente los regosoles se usan para el pastoreo extensivo.

Phaeozem. Son suelos oscuros con moderado a alto contenido de materia orgánica, por lo que son muy utilizados en agricultura de temporal. Se encuentran en climas templados y húmedos con vegetación natural de pastos y bosques.
Calcisol. Suelos característicos de zonas áridas y semiáridas, donde se desarrolla vegetación de matorrales xerófilos. Su potencial agrícola puede ser alto si se cuenta con infraestructura de riego y un adecuado drenaje que evite la salinización.

Luvisol. Suelos fértiles con amplia aptitud para uso agrícola. Presenta un horizonte de acumulación de arcilla, rico en saturación de bases y una profundidad entre 25 y 125 cm. Son suelos característicos de superficies planas o ligeramente inclinadas de climas templados o cálidos.

Vertisol. Son suelos muy fértiles con alta capacidad de intercambio catiónico y retención de humedad. Presentan más del 30 % de arcilla y caras de deslizamiento. Las arcillas que dominan son las esmectitas (tipo 2:1), que se caracterizan por su capacidad de expansión-contracción en ausencia y presencia de agua, respectivamente. La gestión del agua es fundamental para alcanzar altos rendimientos, así como un adecuado programa de fertilización.

Andosol. Suelos derivados de cenizas volcánicas u otro material volcánico. Su principal característica es que presentan complejos organominerales como el alofano, por lo que tienen alta capacidad de fijación de fósforo. Son suelos fértiles y tienen alto potencial agrícola. La densidad aparente de los andosoles es baja.

Nivel de Calificador

En la WRB se distingue entre calificadores típicamente asociados, integrados y en general otros calificadores. Los calificadores típicamente asociados se refieren en la Clave al GSR particular, por ejemplo: Hidrágrico o Plágico para los Antrosoles. Los calificadores integrados son aquellos que reflejan criterios de diagnóstico importantes de otro GSR. La Clave de la WRB dicta la elección del GSR y en este caso, el calificador integrado proporciona el puente hacia otro GSR. Otros calificadores tales como color, saturación con bases, y otras propiedades físicas y químicas siempre que no sean utilizadas como un calificador típicamente asociado a ese grupo particular.

Principios y uso de calificadores en la WRB. Se usa un sistema de dos rangos para el nivel de calificadores, que comprende:

Calificadores grupo I: *calificadores típicamente asociados y calificadores intergrados*; la secuencia de los calificados intergrados sigue la de los GSR en la Clave de la WRB, con la excepción de los Arenosoles; este intergrado se ordena con los calificadores grupo II texturales. Háplico cierra la lista de calificadores grupo I, indicando que no aplican calificadores típicamente asociados ni intergrados.

Calificadores grupo II: *otros calificadores*, ordenados como sigue (1) calificadores relacionados con horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico; (2) calificadores relacionados con características químicas; (3) calificadores relacionados con características físicas; (4) calificadores relacionados con características mineralógicas; (5) calificadores relacionados con características superficiales; (6) calificadores relacionados con características textuales, incluyendo fragmentos gruesos; (7) calificadores relacionados con color; y (8) calificadores restantes.

Estado de Oaxaca y RE del proyecto

La superficie del territorio oaxaqueño presenta una diversidad de unidades de suelos dominantes o asociados; el que mayor área ocupa es el Regosol con 38.19%, le siguen el Litosol con 20.78%, el Acrisol con 13.46% y el Cambisol con 11.38%; con porcentajes menores aparecen los suelos tipo Luvisol (5.54%), Feozem (3.82%), Vertisol (2.63%), Rendzina (2.54%), Solonchak (0.73%) y Castañozem (0.32%), Fluvisol (0.05%). Otros tipos de suelos comprenden 0.56% del área estatal.

Para el municipio San Antonino Monte Verde el suelo dominante es Leptosol (99.98%) y Regosol (0.02%).

Tabla III. 17 Edafología del Municipio de San Antonino Monteverde

Suelo Dominante	Porcentaje
Leptosol	99.98%
Regosol	0.02%

Fuente: INEGI,2010.

Los Leptosoles (del griego leptos, delgado) son suelos someros y pedregosos que pueden tener roca continua en la superficie o cerca de esta. Se encuentran en todos los tipos de climas (secos, templados, húmedos) y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. El calcio que contienen puede inmovilizar los minerales, lo cual, junto con su poca profundidad y alta pedregosidad, limita su uso agrícola si no se utilizan técnicas apropiadas, por lo que debe preferirse mantenerlos con su vegetación original. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial con alrededor de 1 655 millones de hectáreas (IUSS, 2007). En México, los Leptosoles cubren 54.3 millones de hectáreas y son particularmente comunes en la Sierra Madre Oriental, Occidental y del Sur, las penínsulas de Yucatán y Baja California, así **como una vasta región del Desierto Chihuahuense.**

Los Regosoles (del griego *reghos*, manto) son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Las extensiones más vastas de estos suelos en el país se localizan cercanas a la Sierra Madre Occidental y del Sur. Las variantes más comunes en el

territorio, los regosoles éutricos y calcáricos, se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como "ócrica" que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el establecimiento de las plantas. El agua, al no poder penetrar al suelo, corre por la superficie provocando erosión.

METODOLOGÍA PARA EL MUESTRO DE SUELOS

Es importante que la descripción del suelo se realice de manera exhaustiva, debido a que esto sirve de base para la clasificación del suelo y la evaluación del sitio, así como para realizar interpretaciones sobre la génesis y las funciones medioambientales del suelo. Una buena descripción de suelos y el conocimiento derivado en cuanto a la génesis de este son también herramientas útiles para guiar y ayudar en la explicación. Asimismo, puede prevenir errores en el esquema de muestreo. Además, muestra el papel de la descripción de suelos como paso inicial en la clasificación de suelos y la evaluación de la aptitud de uso del sitio.

Imagen III. 27 Proceso de descripción del suelo.



INFORMACIÓN GENERAL DEL SITIO, REGISTRO Y UBICACIÓN

Antes de realizar la descripción del recurso suelo, es necesario colectar información relevante relacionada con el registro e identificación del suelo a ser descrito, como, por ejemplo: el número del perfil, estado de descripción, fecha de descripción, autor, ubicación, elevación, número de hoja de mapa, y grilla de referencia. Esta información es necesaria para una fácil identificación y recuperación de la descripción del suelo, dentro del sistema de almacenamiento de datos.

NÚMERO DEL PERFIL

El número o código de identificación del perfil debe ser construido de forma tal que, reúna las necesidades locales y también permita una fácil y simple recuperación de cualquier descripción del perfil dentro una base de datos computarizada. El código de identificación del perfil debe ser construido a partir de la combinación del código del lugar (en letra) y un código numérico del perfil. El código letra debe consistir en la selección práctica de códigos referidos al

país, preferentemente el código internacionalmente aceptado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), una referencia del mapa topográfico o cualquier otra área o pueblo.

UBICACIÓN

Se debe dar una descripción de la ubicación del perfil, en términos de distancia lo más precisa posible, (en metros o kilómetros) y dirección del sitio a partir de elementos reconocibles en el campo, en un mapa topográfico y distancias a lo largo de las carreteras o intersecciones, relacionadas con un punto de referencia marcado (0.0 km). La descripción de la ubicación debe ser tal, que los lectores que no conocen el área sean capaces de ubicar la posición aproximada del sitio. Las unidades administrativas como región, provincia, distrito, comunidad o localidad deben ser incluidas en el código del perfil (explicado anteriormente).

ELEVACIÓN

La elevación o altitud del sitio debe ser obtenido lo más exactamente posible, preferentemente a partir de un mapa topográfico. Cuando esta herramienta no esté disponible, es mejor estimarla a partir de mapas generales o a partir de la lectura de un altímetro. Actualmente, la determinación de la elevación usando un GPS es inexacta e inaceptable. La elevación se proporciona en metros (1 pie=0.3048 m).

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DEL CLIMA Y TIEMPO

Las condiciones climáticas del sitio son propiedades importantes que influencian el crecimiento de las plantas y la formación de suelos. Como mínimo, se debe recolectar información sobre la temperatura promedio mensual (en grados Celsius) y la precipitación media mensual (en milímetros), haciendo uso de datos existentes de la estación meteorológica más cercana al sitio. Asimismo, cuando sea posible, se debe especificar la Duración del Periodo de Crecimiento (en días). Esta se define como el periodo con condiciones de humedad (exceso de precipitación en relación con la evapotranspiración potencial), y con una temperatura =5°C (FAO 1978). Se debe notar que el tiempo actual y las condiciones climáticas de los días anteriores al levantamiento, influencian la humedad y estructura del suelo. Adicionalmente, se debe reportar la condición climática prevaleciente en el momento de la descripción, así como la de días anteriores.

GEOFORMA Y TOPOGRAFÍA (RELIEVE)

La Geoforma se refiere a cualquier componente o rasgo físico de la superficie terrestre que ha sido formado por procesos naturales y que tiene una forma o cuerpo diferente. La topografía se refiere a la configuración de la superficie de la tierra descrita en cuatro categorías:

- La geoforma principal, que se refiere a la morfología de todo el paisaje;
- La posición del sitio dentro el paisaje;
- La forma de la pendiente;
- El ángulo de la pendiente.

Geoforma principal. - Las geoformas se describen principalmente por su morfología y no por su origen genético o por los procesos responsables de su forma. La pendiente dominante es el criterio principal de diferenciación, seguido por la intensidad de relieve. La intensidad del relieve es la diferencia media entre el punto más alto y el más bajo en una distancia específica dentro el terreno. La distancia específica puede ser variable. La intensidad del relieve se da normalmente en metros por kilómetro. Cuando hay paisajes complejos, las geoformas sobresalientes deben tener al menos 25 m de alto (sino debe ser considerada como mesorelieve) excepto para las terrazas, donde las principales deben tener diferencias de elevación de por lo menos 10 m. En áreas, las terrazas principales pueden estar cercanas unas a otras particularmente en la parte baja, de la planicie. Finalmente, los niveles más antiguos serían enterrados debido a las crecidas.

USO DE LA TIERRA Y VEGETACIÓN.

El uso de la tierra implica el uso actual de la tierra, ya sea agrícola o no, en donde el suelo es localizado. El uso de la tierra tiene gran influencia en la dirección y en la tasa de formación del suelo; su registro realza considerablemente el valor interpretativo de los datos del suelo. Para tierras de uso arable, se debe mencionar los tipos de cultivos que se siembran, y toda la información posible referida a manejo de suelos, uso de fertilizantes, duración del periodo de descanso, sistemas de rotación y rendimiento.

Cultivos. - Los cultivos son plantas que se siembran por su valor económico. La información sobre el tipo de cultivo(s) es importante porque da una idea de la naturaleza de la alteración del suelo como resultado de las prácticas de manejo, así como de los requerimientos de nutrientes y manejo de suelos por parte de estos. Esta información se puede dar de manera general o detallada, de acuerdo con las necesidades.

Influencia humana. - Se refiere a alguna evidencia de la actividad humana que probablemente afectó el paisaje o las propiedades físicas y químicas del suelo. La erosión es tratada de manera separada, es útil indicar el grado de alteración de la vegetación natural.

Vegetación. - La vegetación es un factor dominante en la información del suelo, ya que es la fuente primaria de la materia orgánica y por su importante rol en el reciclaje de nutrientes e hidrología del sitio. No existe aceptación uniforme de un sistema para la descripción de la vegetación natural o seminatural. El tipo de vegetación puede ser descrito usando un sistema local, regional o internacional. En adición, se pueden registrar otras características de la vegetación, como la altura de los árboles o la cubierta del dosel.

MATERIAL PARENTAL.

El material parental es el material de donde presumiblemente el suelo se formó. El material parental debe ser descrito de la manera más precisa posible, indicando su origen y su naturaleza. Existen básicamente dos grupos de material parental sobre el cual el suelo se formó: materiales no consolidados (mayormente sedimentos) y material intemperizado que se encuentra sobre las rocas que le dio origen. Existen casos transicionales, como los materiales parcialmente consolidados y que fueron transportados, por agua, llamados alluvium (fluvial si fue transportado por un río), o por gravedad, (llamado coluvial). Existen también materiales de suelo natural realmacenado o sedimentos, así como materiales tecnogénicos. La confiabilidad de la información geológica y el conocimiento de la litología local determinarán si se da una definición general o específica del material parental.

Para rocas intemperizadas, primero se introduce el código WE, seguido por el código del tipo de roca. El código SA, para la saprolita, se recomienda cuando el material intemperizado in situ está completamente descompuesto y rico en arcilla, pero aun mostrando estructura de roca. Los depósitos aluviales y coluviales se pueden especificar con mayor detalle si se menciona el tipo de roca de origen.

LÍMITE DEL HORIZONTE

Los límites del horizonte proveen información de los procesos formadores de los tipos de suelo dominantes que han formado a ese suelo. En algunos casos, estos reflejan los impactos antropogénicos en el paisaje del pasado. Los límites de los horizontes son descritos en términos de profundidad, distinción y topografía.

Profundidad

La mayoría de los límites del suelo son zonas de transición más que líneas puntuales de división. La profundidad de los límites superiores e inferiores de cada horizonte se reporta en centímetros; se mide desde la superficie (incluyendo cobertura orgánica y mineral) del suelo hacia abajo.

Se usan anotaciones precisas expresadas en centímetros donde los límites son abruptos o claros. Se registran cifras redondeadas (al más cercano de 5 cm) cuando los límites sean graduales o difusos, se debe evitar la sugerencia de niveles de exactitud falsos. Sin embargo, si las profundidades de los límites están cerca de los límites diagnóstico, no se deben usar cifras redondeadas. En este caso, la profundidad es indicada como un valor medio para la zona transicional (si comienza a 16 cm y termina a 23 cm, la profundidad debería ser de 19.5 cm). La mayoría de los horizontes no tienen una profundidad constante. La variación o irregularidad de la superficie del límite se describe por la topografía en términos de suave, ondulado, irregular y fracturado. Si se requiere, los rangos en profundidad deben darse en adición a la profundidad promedio; por ejemplo: 28 (25-31) cm a 45 (39-51) cm.

- Abrupto 0–2
- Claro 2–5
- Gradual 5–15
- Difuso > 15

CONSTITUYENTES PRIMARIOS

Esta sección presenta el procedimiento en la descripción de la textura del suelo y la naturaleza de las rocas primarias y fragmentos minerales, los cuales se subdividen en: (i) la fracción de tierra fina; y (ii) la fracción de fragmentos gruesos.

La textura del suelo se refiere a la proporción relativa de las clases de tamaño de partícula (o separaciones de suelo, o fracciones) en un volumen de suelo dado y se describe como una clase textural de suelo. Los nombres para las clases de tamaño de partícula corresponden estrechamente con la terminología estándar comúnmente utilizada, incluida aquella del sistema utilizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Sin embargo, muchos sistemas nacionales que describen el tamaño de las partículas y las clases texturales usan más o menos los mismos nombres, pero diferentes fracciones de grano de arena, limo y arcilla, y clases texturales.

La clase textural puede ser estimada en campo a través de pruebas simples y sintiendo los constituyentes del suelo. Para esto, la muestra de suelo debe estar en un estado húmedo a débilmente mojado. Se deben remover las gravas u otros constituyentes > 2mm.

Los constituyentes tienen la siguiente sensación:

- Arcilla: se adhiere a los dedos, es cohesivo (pegajoso), es moldeable, tiene una alta plasticidad y tiene una superficie brillosa luego de apretar entre los dedos.
- Limo: se adhiere a los dedos, no es pegajoso, es débilmente moldeable, tiene una superficie áspera y rasposa luego de apretarlo entre los dedos y una sensación harinosa (como el polvo del talco).
- Arena: no se puede moldear, no se adhiere a los dedos y se siente muy granuloso.

COLOR DEL SUELO (MATRIZ)

El color del suelo refleja la composición, así como las condiciones pasadas y presentes de oxido-reducción del suelo. Está determinado generalmente por el revestimiento de partículas muy finas de materia orgánica humificada (oscuro), óxidos de fierro (amarillo, pardo, anaranjado y rojo), óxidos de manganeso (negro) y otros, o puede ser debido al color de la roca parental.

El color de la matriz del suelo de cada horizonte se debe registrar en condiciones de humedad (o en ambas condiciones, seco y húmedo cuando fuera posible) usando las notaciones para matiz, valor y croma como se da en la Carta o en Tabla de Colores de Suelo Munsell (Munsell, 1975). El matiz, es el color espectral dominante (rojo, amarillo, verde, azul o violeta); el valor, es la claridad u oscuridad de los rangos de color de 1 (oscuro) a 8 (claro); y el croma, es la pureza o fuerza del rango de color desde 1 (pálido) a 8 (brillante). Cuando no haya un color de suelo matriz dominante, el horizonte se describe como moteado y se dan dos o más colores. En adición a las notaciones de color, se pueden dar los nombres de colores estándar Munsell.

Para descripciones de rutina, se deben determinar los colores del suelo sin la incidencia directa de los rayos solares y mediante la comparación de un agregado (ped) recientemente quebrado con la ficha de color de la Carta de Color de Suelo Munsell. Para propósitos especiales, como para la clasificación del suelo, se pueden requerir los colores adicionales de material molido o frotado. Se puede anotar la ocurrencia del contraste de colores relacionado con la organización estructural del suelo, como las superficies de los agregados. Cuando sea posible, el color del suelo se debe determinar bajo condiciones uniformes. Las lecturas realizadas temprano en la mañana y al anochecer no son exactas. Es más, la determinación del color por el mismo o diferente individuo a menudo puede ser inconsistente. Ya que el color del suelo es importante con respecto a muchas propiedades del suelo, incluido los contenidos de materia orgánica, el "barniz" o revestimiento y el estado de oxidación o reducción, y para la clasificación del suelo, se recomiendan las revisiones cruzadas y debe estar establecido en una base de rutina.

ORGANIZACIÓN DE LOS CONSTITUYENTES DEL SUELO

Esta sección describe la organización física primaria del arreglo de los constituyentes del suelo, junto con la consistencia de los constituyentes. La organización primaria se considera como el arreglo general de la masa del suelo sin concentraciones, reorientaciones y adiciones biológicas. No siempre será posible hacer distinciones claras entre los elementos primarios y secundarios de la organización.

Estructura del suelo

La estructura del suelo se refiere a la organización natural de las partículas del suelo en unidades de suelo discretas agregados o peds que resultan de procesos pedogenéticos. Los agregados están separados entre sí mediante poros o vacíos. Es preferible describir la estructura del suelo cuando se encuentre en condición seca o ligeramente húmeda. Para la descripción de la estructura del suelo, se debe tomar un terrón de suelo grande del perfil, de varias partes del horizonte si es necesario, más que solamente una observación de la estructura del suelo in situ.

La estructura del suelo se describe en términos de grado, tamaño y tipo de agregados. Cuando un horizonte contenga agregados de más de un grado, tamaño o tipo, los diferentes tipos de agregados se deben describir por separado e indicar sus relaciones.

Débil: Los agregados son apenas observables en el sitio y sólo hay un arreglo débil de las superficies naturales. Cuando está poco disturbado, el material de suelo se rompe en una mezcla de agregados completos, muchos agregados rotos, y muchos materiales sin caras agregadas. La cara superficial de los agregados difiere de alguna manera del interior de los agregados.

Moderado: Los agregados son observables en sitio y hay un arreglo distinto de las superficies naturales. Cuando está disturbado, el material del suelo se rompe en una mezcla de muchos agregados completos, algunos agregados rotos y poco material sin caras agregadas. La cara superficial de los agregados muestra generalmente diferencias distintas con los interiores de los agregados.

Fuerte: Los agregados son claramente observables en sitio y hay un arreglo prominente de las superficies naturales de debilidad. Cuando está disturbado, el material del suelo se separa principalmente en agregados completos. La superficie de los agregados difiere generalmente de manera marcada de los interiores de los agregados.

Grado

En la descripción del grado o el desarrollo de la estructura, la primera división es en suelos desagregados (suelos sin estructura) y suelos agregados (suelos con estructura). En suelos desagregados o sin estructura, no se observan agregados en sitio y no existe una organización definitiva de las superficies naturales de debilidad (FAO, 2009)

De forma particular, en el Proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, el tipo de suelo dominante es el Leptosol eútrico.

En lo que corresponde a la RE podemos encontrar la distribución del suelo de la siguiente manera:

Tabla III. 18 Litología de la Región Ecológica

Suelo 1	Subsuelo 1	Clave	Suelo 2	Subsuelo 2
Leptosol	eútrico	LPeu-oh+PHlep/2	Phaeozem	epiléptico

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Como se puede observar, sobre el trazo proyectado el tipo de suelo dominante es el Leptosol, contiene calcio que puede inmovilizar los minerales, por su poca profundidad y alta pedregosidad, limitando su uso agrícola si no se utilizan técnicas apropiadas, por lo que debe preferirse mantenerlos con su vegetación original. El subsuelo es eútrico, un tipo de subsuelo ligeramente ácido a alcalino, siendo común en áreas fuertemente erosionadas. De acuerdo con la información anterior se establece que el proyecto no representa afectación en el sitio de desarrollo de este mismo.

Fotografía III. 2 Tipos de suelo en el Proyecto

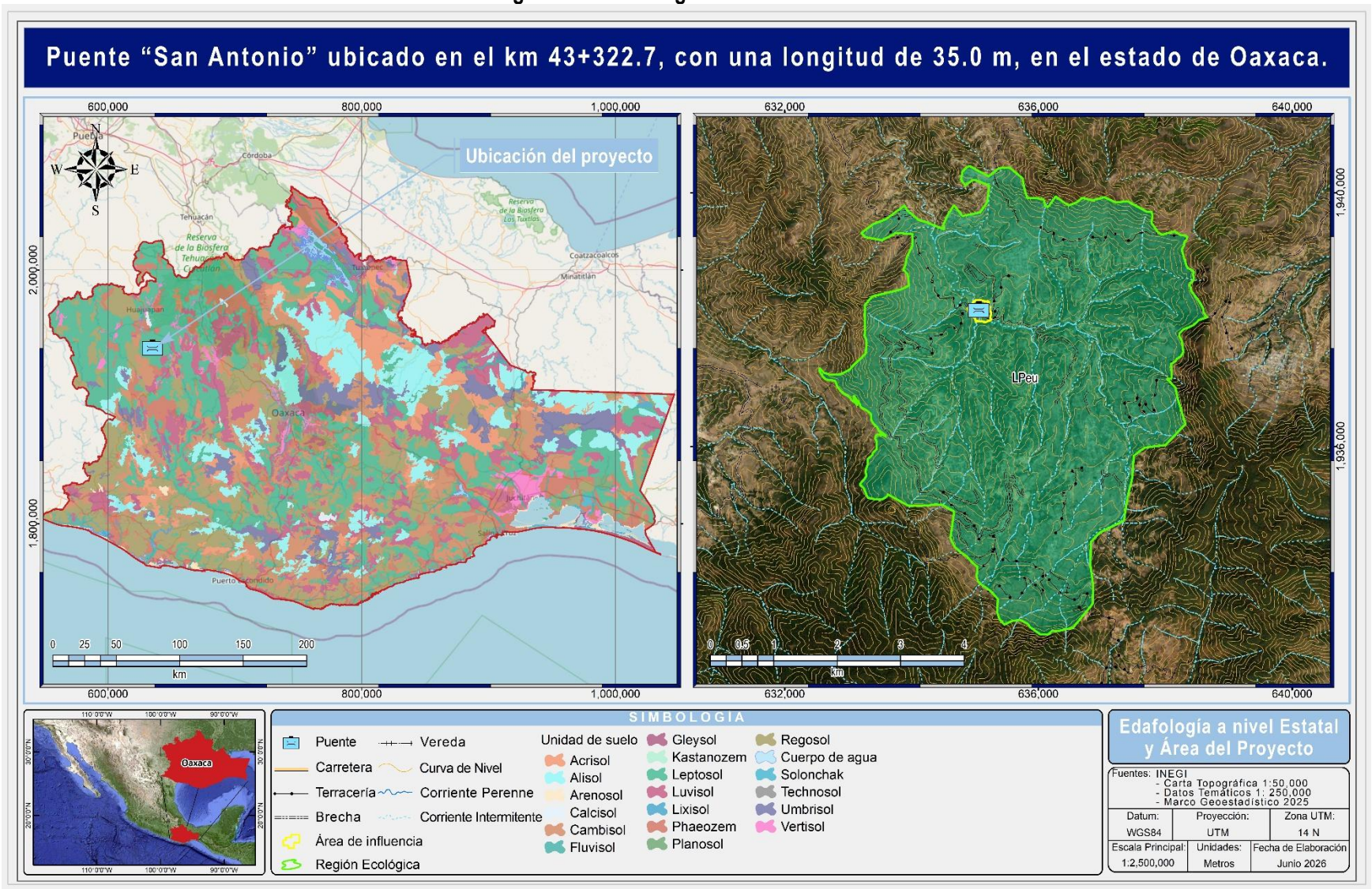






Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 28 Edafología en el estado de Oaxaca.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 29 Edafología del Puente del proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

III.2.1.5 Hidrología

El país está dividido en 37 regiones hidrológicas, tomando como base la orografía y la hidrografía. Una región hidrológica es un área que posee un relieve y escurrimiento superficial y presenta características similares en su drenaje.

Tabla III. 19 Regiones Hidrológicas

Núm.	Nombre de la región	Núm.	Nombre de la región
1	Baja California Noroeste (Ensenada)	20	Costa Chica y Río Verde
2	Baja California Centro-Oeste (El Vizcaíno)	21	Costa de Oaxaca (Puerto Ángel)
3	Baja California Sur-Oeste (Magdalena)	22	Río Tehuantepec
4	Baja California Noroeste (Laguna Salada)	23	Costa de Chiapas
5	Baja California Centro-Este (Sta. Rosalía)	24	Río Bravo-Río Conchos
6	Baja California Sur-Este (La Paz)	25	Ríos San Fernando y Soto La Marina
7	Río Colorado	26	Río Pánuco
8	Sonora Norte	27	Ríos Tuxpan y Nautla
9	Sonora Sur	28	Río Papaloapan
10	Sinaloa	29	Río Coatzacoalcos
11	Ríos Presidio y San Pedro	30	Ríos Grijalva-Usumacinta
12	Ríos Lerma y Santiago	31	Yucatán Oeste (Campeche)
13	Río Huicicila	32	Yucatán Norte (Yucatán)
14	Río Ameca	33	Yucatán Este (Quintana Roo)
15	Costa de Jalisco	34	Cuencas Cerradas del Norte (Casas Grandes)
16	Ríos Amería y Coahuayana	35	Mapimí
17	Costa de Michoacán	36	Ríos Nazas y Aguanaval
18	Río Balsas	37	El Salado
19	Costa Grande		

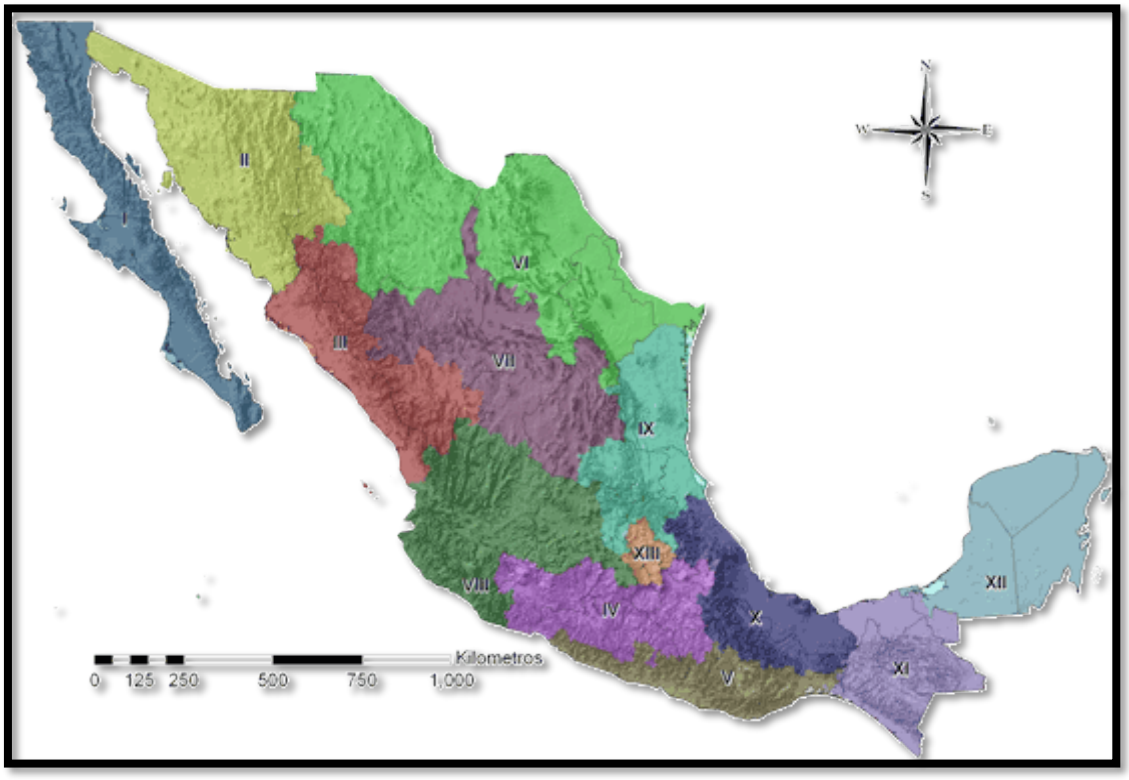
Los consejos de cuenca con órganos colegiados de integración mixta que funcionan como instancias de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre la CONAGUA, las instancias federales, estatales y municipales, y los representantes de los usuarios del agua y las organizaciones sociales correspondientes a sus respectivas cuencas o región hidrológicas. En México existen 13 consejos o Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA).

Tabla III. 20 Regiones Hidrológicas Administrativas en México.

NÚMERO	REGION HIDROLÓGICA
I	Península Baja California
II	Alto Noroeste
III	Pacifico Norte
IV	Balsas
V	Pacífico Sur
VI	Río Bravo
VII	Cuencas Centrales del Norte
VIII	Lerma Santiago-Pacífico
IX	Golfo Norte
X	Golfo Centro
XI	Frontera Sur
XII	Península de Yucatán
XIII	Valle de México y Sistema Cutzamala

Fuente: CONAGUA, 2015.

Imagen III. 30 Regiones Hidrológicas Administrativas en México.



El estado de Oaxaca tiene como principales cuerpos de agua los ríos Atoyac-Verde, Mixteco y Ayutla, así como presas y lagunas. La Sierra de Oaxaca está constituida por aguas de las corrientes principales: hacia la vertiente del Pacífico, el Atoyac que se convierte en el Río Verde al atravesar la Sierra Madre del Sur y el Nudo Mixteco, afluente del Balsas.

Oaxaca se encuentra sobre ocho regiones hidrológicas: RH18 Balsas, RH20 Costa Chica-Río Verde, RH21 Costa de Oaxaca, RH22 Tehuantepec, RH23 Costa de Chiapas, RH28 Papaloapan, RH29 Coatzacoalcos y RH30 Grijalva-Usumacinta.

El proyecto se ubica en los municipios de San Antonino Monte Verde que pertenece a la Región Hidrológica RH18 Balsas (100%), dentro de la cuenca RH18A R. Atoyac (100%) y en la subcuenca RH18Af R. Mixteco de tipo Exorreica

Tabla III. 21 Hidrología de los municipios

Municipio	Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Corrientes de agua
San Antonino Monte Verde	Balsas	R. Atoyac	R. Mixteco	Río San Antonio

Fuente: INEGI, 2010.

La RE y Área del Proyecto se encuentran Región Hidrológica RH18 Balsas, dentro de la cuenca RH18A R. Atoyac y a su vez en la subcuenca RH18Af R. Mixteco.

III.2.5.1 Hidrología superficial

Cuenca RH18 Balsas

Descripción

La Región Hidrológica número 18 Balsas, se localiza al Suroeste de nuestro país, está limitado al Norte por las Regiones Hidrológicas números 12 Lerma-Santiago, número 26 Río Pánuco y número 27 Norte de Veracruz, al Oeste por las Regiones hidrológicas números 16 Armería Coahuayana y 17 Costa de Michoacán, al Sur por el Océano Pacífico y por las Regiones Hidrológicas números 19 Costa Grande de Guerrero y 20 Costa Chica de Guerrero, y al Este por la Región Hidrológica número 28 Papaloapan.
02
La Región Hidrológica número 18 Balsas, incluye en su totalidad al Estado de Morelos (100%) y parcialmente a los Estados de Tlaxcala (75%), Puebla (55%), México (36%), Oaxaca (9%), Guerrero (63%), Michoacán (62%) y Jalisco (4%), así como muy pequeñas porciones del Distrito Federal y del Estado de Veracruz; con un total de 422 municipios y una superficie total de 117,305.9 kilómetros cuadrados.
Por otra parte, existen quince cuencas hidrológicas que integran la Región Hidrológica número 18 Balsas siendo las siguientes: Río Alto Atoyac, Río Amacuzac, Río Tlapaneco, Río Nexapa, Río Mixteco, Río Bajo Atoyac, Río Cutzamala, Río Medio Balsas, Río Cupatitzio, Río Tacámbaro, Río Tepalcatepec, Río Bajo Balsas, Río Paracho-Nahuatzen, Río Zirahuén y Río Libres Oriental, las cuencas hidrológicas Río Libres Oriental, Río Paracho-Nahuatzen y Río Zirahuén, son cerradas, las doce restantes están interconectadas entre sí y drenan sus aguas hacia el Océano Pacífico a través del Río Balsas.

Subcuenca R. Mixteco

De manera general, el proyecto se encuentra en la Región Hidrológica RH18 Balsas, correspondiente a la cuenca R. Atoyac, esta a su vez corresponde al Río Mixteco, la cual es de tipo exorreica.
Según el Simulador de Flujos de Agua en Cuencas Hidrográficas (SIATL) de INEGI, la subcuenca denominada R. Mixteco donde se ubica el proyecto presenta las siguientes características:

Subcuenca

Tabla III. 22 Características de la subcuenca del rio Mixteco.

Identificador	199
Clave Subcuenca	RH18Af
Nombre subcuenca	R. Mixteco
Tipo	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH18Aa R. Atoyac - Tehuitzingo
Total de descargas (principal)	1
Total de Descargas	1
Área Km²	7727.93
Perímetro Km	657.98
Densidad de Drenaje	1.9265
Coeficiente de Compacidad	2.1107
Longitud promedio de flujo superficial	0.129769011
Elevación Máxima Subcuenca(m)	3360
Elevación Mínima Subcuenca (m)	800
Pendiente Media Subcuenca (%)	34.76
Elevación Máxima Corriente Principal(m)	2464
Elevación Mínima Corriente Principal (m)	798
Longitud de Corriente Principal (m)	286203
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.582
Sinuosidad de Corriente Principal	2.09185505

Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrológicas SIATL. 2026.

Imagen III. 31 Región Hidrológica del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 32 Cuencas hidrográficas del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 33 Subcuencas hidrográficas del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Red Hidrográfica

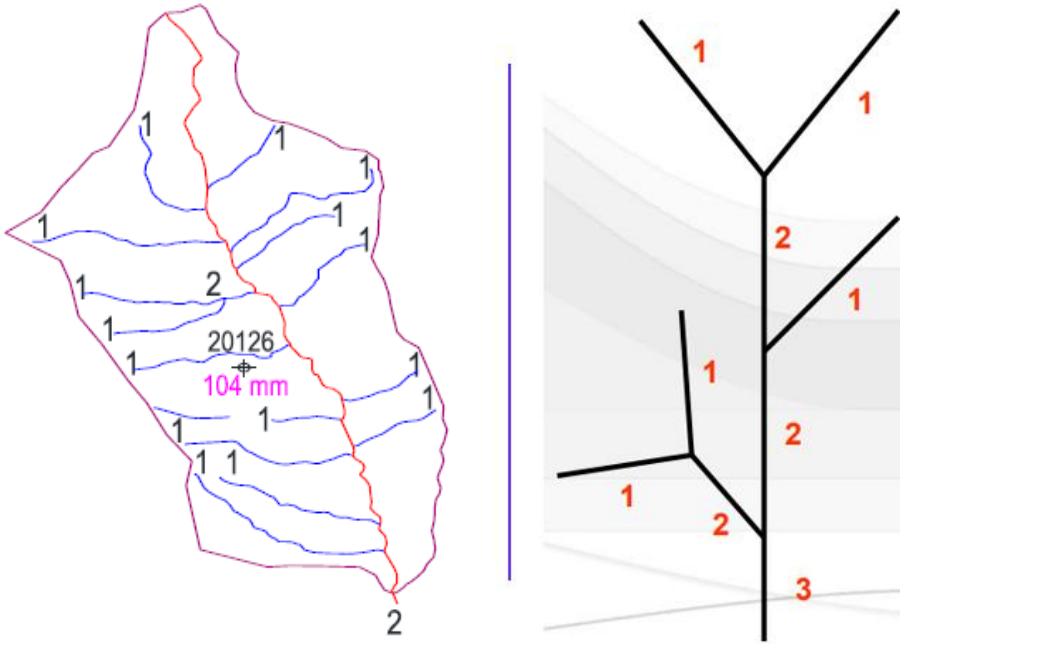
Una red hidrográfica es un sistema de circulación lineal, jerarquizado y estructurado que asegura el drenaje de una cuenca; específicamente una cuenca hidrográfica. Distinguimos entre la cuenca teórica, que abarca la totalidad de los drenajes, y la cuenca circulante, en la que sólo se considera la parte recorrida por las arterias funcionales.

La jerarquía de la red marca la importancia creciente de sus elementos. La hidromorfometría tiene por objeto precisar esta jerarquía mediante números.

Magnitud de Orden. Los arroyos más pequeños permanentes son llamados "de primer orden". Dos corrientes de primer orden se unen para formar una más grande, de segundo orden, dos corrientes de segundo orden se unen para formar una tercera orden, y así sucesivamente. Pequeñas corrientes de entrada a una secuencia de orden mayor no cambian su número de orden.

Nivel de Corriente. El nivel de corriente proporciona la información necesaria para determinar la corriente principal aguas arriba en cada confluencia.

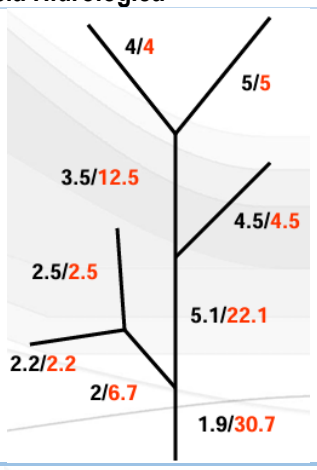
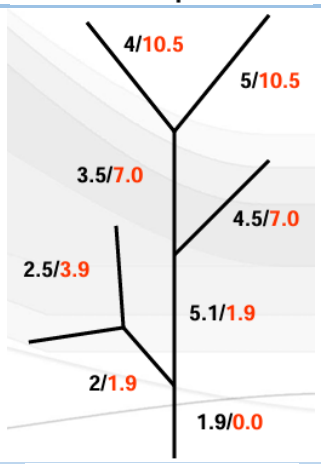
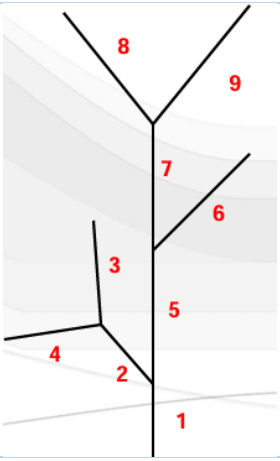
Imagen III. 34 Magnitud de Orden y Nivel de Corriente de una Microcuenca



Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrológicas SIATL. 2026

A continuación, se presentan los indicadores de la Sumatoria de longitudes aguas arriba; La Longitud de trayectoria y el Identificador de secuencia hidrológica

Tabla III. 23 Indicadores de la Secuencia Hidrológica

Es la suma de todas las longitudes de segmentos aguas arriba y tributarias al segmento de referencia.	
La distancia desde el extremo final de un segmento al punto de terminación de la red.	
Es una secuencia hidrológica ascendente con número único para cada segmento de la red en una unidad de desagregación,	

Fuente: Simulador de Flujos de Aguas de Cuencas Hidrográficas, 2025.

Por lo tanto, el concentrado de análisis hidrológico para la zona de estudio, tomando en consideración los cauces antes mencionados se muestran en las siguientes fotografías:

De manera general debemos decir que el proyecto se encuentra en la Región Hidrológica 18 Balsas, dentro de la Cuenca RH18A perteneciente al R. Atoyac en la Subcuenca RH18Af, correspondiente al R. Mixteco, la cual es del tipo exorreica, con un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20% en toda la cuenca.

De acuerdo con el Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) el proyecto donde se construirá el Puente cruza por el río San Antonio, donde pequeñas corrientes de agua los abastecen de aguas abajo, es por eso la necesidad de la construcción de esta obra; en la imagen cartográfica tomada del simulador de flujos hídricos SIATL se observan los puntos principales de intersección del Puente con escorrentías de tipo intermitente y perenne.

Cauce 01 ID 1367066 (Río San Antonio)

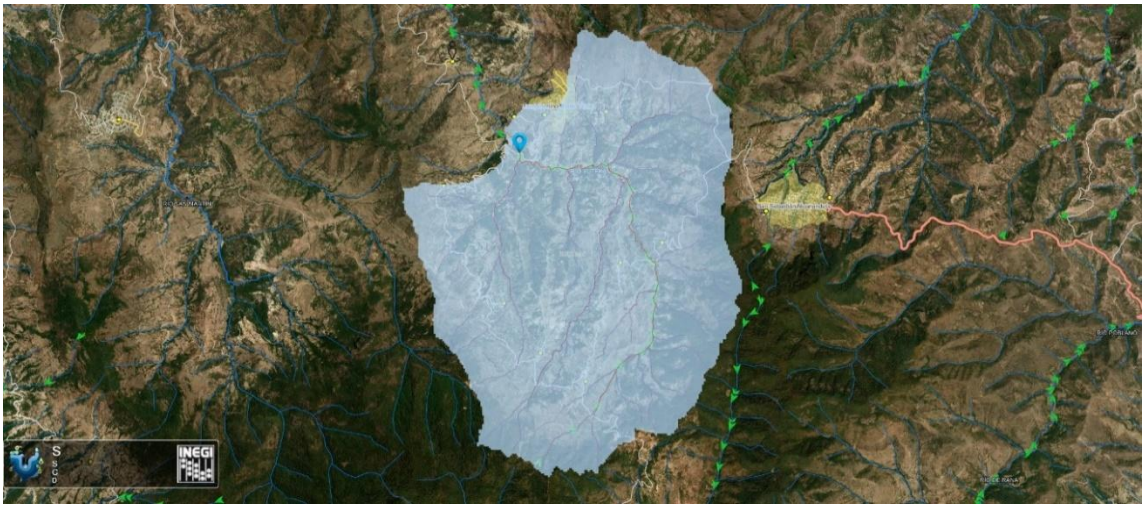
Con base en la dirección de los flujos de corriente y las intersecciones cercanas de escurrimientos superficiales al área del proyecto y una pequeña microcuenca aguas debajo de acuerdo con el SIATL de INEGI, se determinó la red hidrográfica que puede influenciar la corriente del cuerpo de agua conocido como Río San Antonio de tipo intermitente.

A continuación, se presenta un análisis hidrológico de la microcuenca contemplada, esto con el objeto de identificar las características de los cuerpos de agua para preservar la red hidrológica presente en el área de estudio.

En la siguiente imagen se muestra desde el punto de vista de la dinámica hidrológica de la microcuenca en relación directa con el puente a construir.

Imagen III. 35 (Puente) Río San Antonio

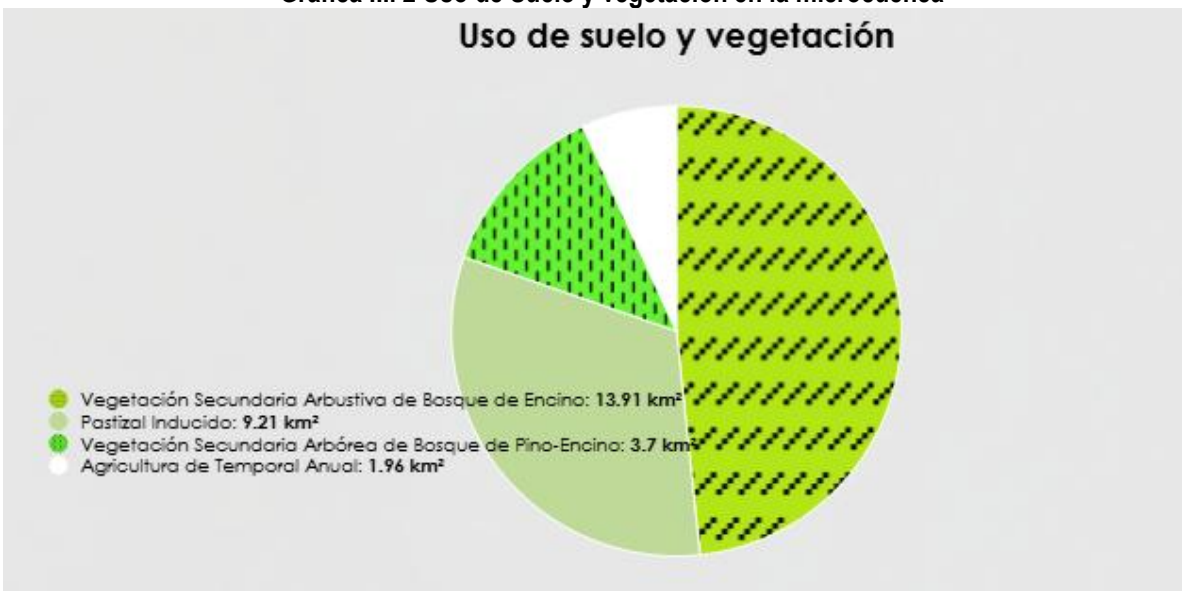




Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrológicas SIATL. 2026

De manera general el SIATL nos menciona que el área de esta microcuenca presenta el 13.91km^2 de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino, 9.21km^2 de Pastizal inducido, 3.7km^2 de Vegetación Secundaria Arborea de Bosque de Pino-Encino y 1.96 km2 de Agricultura de temporal anual.

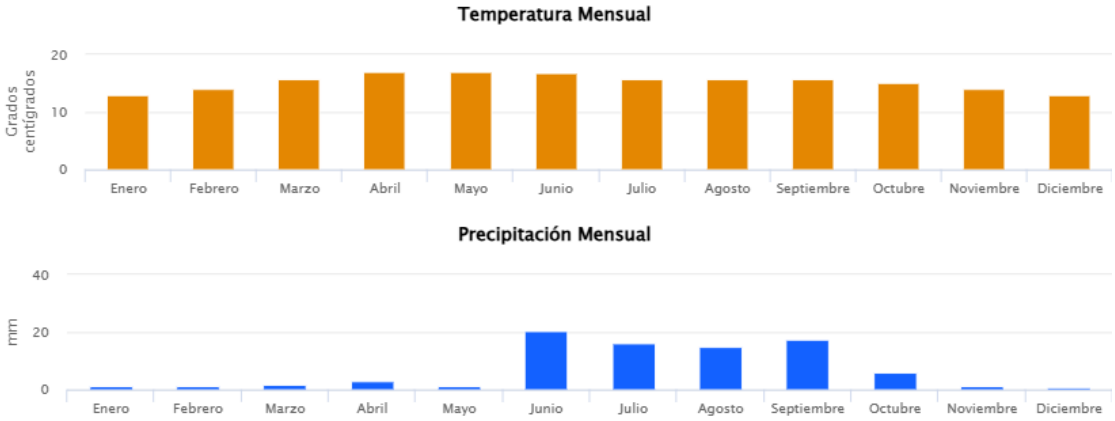
Gráfica III. 2 Uso de Suelo y vegetación en la microcuenca



Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrológicas SIATL. 2026

Una vez delimitada la superficie de la microcuenca estamos en condiciones de desarrollar una modelación de lluvia extraordinaria de 24h con un periodo de retorno de 100 años lo cual nos da la base para determinar su avenida máxima o caudal pico, por lo que considerando el incremento de la precipitación pluvial en la región durante los meses de junio a septiembre podemos determinar una lluvia probabilística de 141.12mm como se muestra en el gráfico. Los registros para precipitación media mensual se obtienen de la base de datos homogenizados y validados por worldclim.org lo cual nos permite aplicar capas de climas en modelos ecológicos de sistemas de información geográfica. Así mismo se considera un Coeficiente de escurrimiento máximo del 20%. Donde se presentan un Nivel de Corriente 2 y Magnitud de Orden 3.

Gráfica III. 3 Datos climáticos



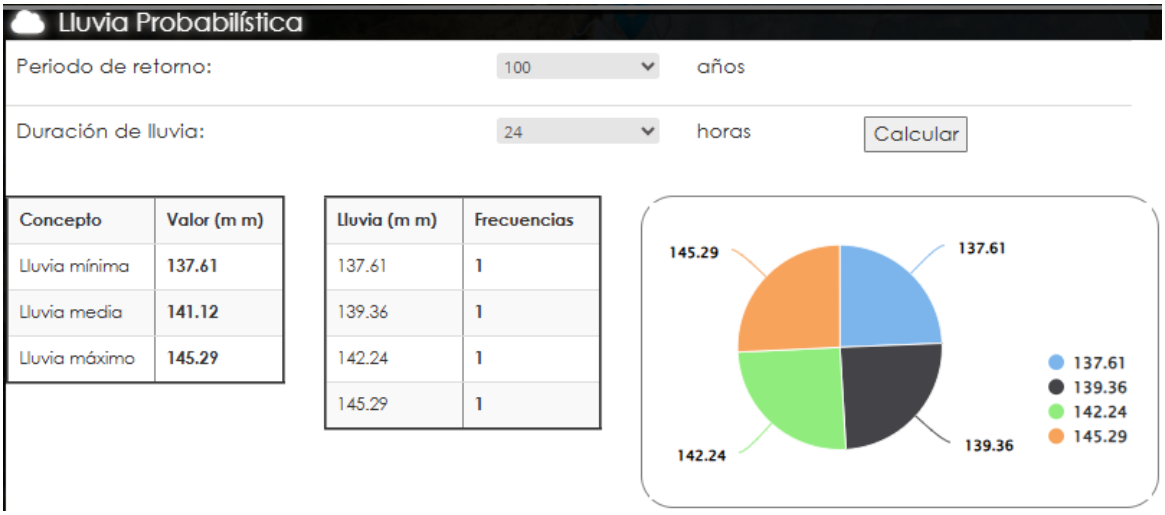
Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrológicas SIATL. 2026

Gráfica III. 4 Coeficiente de Escurrimiento



Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrológicas SIATL. 2026

Gráfica III. 5 Modelación de lluvia del Río San Antonio



Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrológicas SIATL. 2026

A partir de esta información se utilizó el "Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas" para obtener los índices morfométricos de la microcuenca, así como el valor del gasto máximo y la intensidad de lluvia probable de acuerdo con los criterios señalados por el "método racional", lo cual nos permite determinar el caudal pico del río San Antonio a lo largo de sus longitudes de líneas de flujo aguas arriba a nivel de subcuenca de 10,141 m de cauce. Se hizo el cálculo con coeficientes de escurrimiento de 20%.

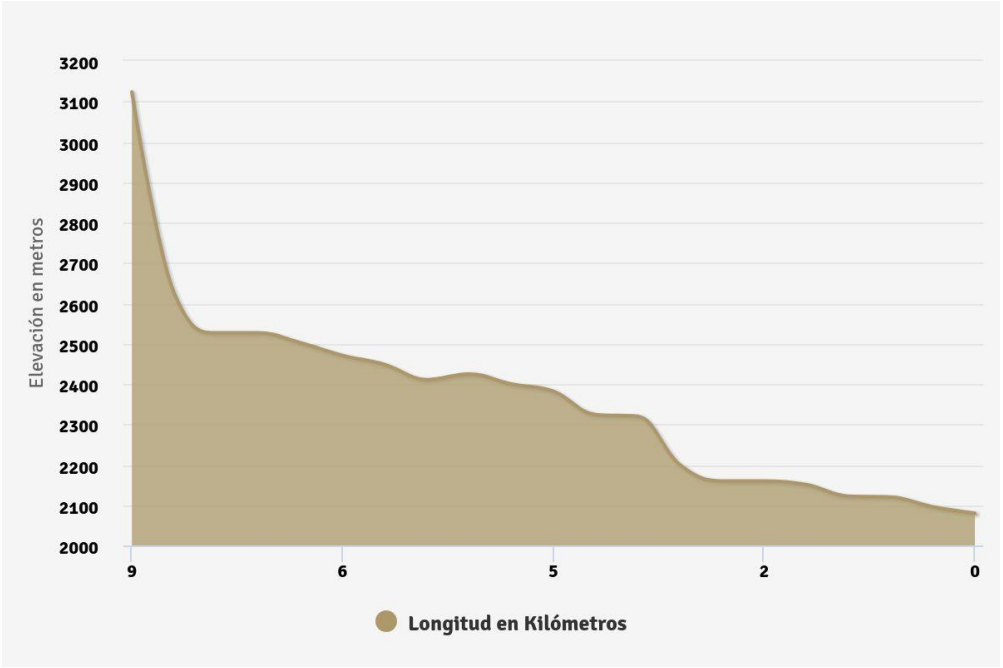
Tabla III. 24 Índices morfométricos del cauce 01

PROPIEDAD	VALOR
Elevación máxima	3123 m
Elevación media	2601 m
Elevación mínima	2080 m
Longitud	9240 m
Pendiente media	11.29%
Tiempo de concentración	50.02 (min)
Área drenada	28.80 km^2
Periodo de Retorno	100 años
Coeficiente de Escurrimiento	20.00%
Lluvia	141 mm
Intensidad de Lluvia	169.88 mm/h
Caudal pico	271.81 m^3/s

Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrológicas SIATL. 2026

Para esta microcuenca el perfil de elevaciones graficado con un coeficiente de escurrimiento del 20% nos muestra como a lo largo de sus 9,240m de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 3,123m hasta los 2,080m, donde el caudal máximo presenta un tiempo de concentración de 50.02 minutos, que nos da como resultado un caudal pico de **271.99m^3/s** de flujo de agua debido a la superficie y longitud de este caudal.

Gráfica III. 6 Perfil de Elevaciones del Río San Antonio



Fuente: Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrológicas SIATL. 2026.

Como ya se mencionó el puente cruza por el cauce del río San Antonio, debido a esto se tomarán las medidas pertinentes para proteger y acondicionar la zona, para que no se vea afectada la corriente de agua y no se obstruya por ninguna razón el cauce. Cabe destacar que el arroyo es intermitente por lo cual se espera realizar las actividades del presente proyecto en temporada de secas, y así mismo no se afecte la dinámica hidrológica o en su caso, no exista alteración alguna para evitar inundaciones en tiempo de lluvias del tipo extraordinario.

Fotografía III. 3 Vista actual del Río San Antonio



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Fotografía III. 4 Calidad de Agua



Nota. Las muestras de agua de tomaron aguas arriba aproximadamente a 20m de la intersección del puente. Donde las condiciones del cauce que son intermitente a simple vista el agua tiene una calidad regular.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

III.2.1.6. Hidrología subterránea

En lo que respecta a la RE del proyecto, se encuentra en su totalidad sobre el acuífero Huajuapan de León (2014).

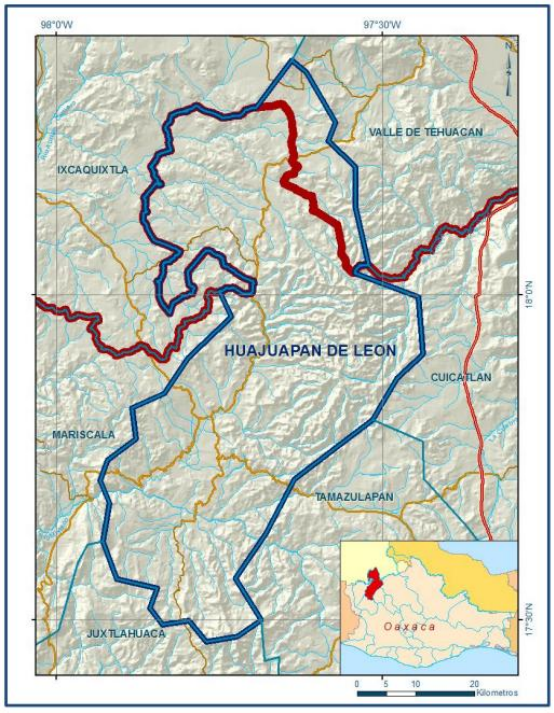
III.2.1.6.1. Acuífero Huajuapan de León 2014

El acuífero Huajuapan de León, clave 2014, está comprendido en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, en las subprovincias Sierras Altas Oaxaqueñas, al norte y oriente, y Balsas-Mezcala, en su porción suroccidental. Se localiza en la porción noroeste del Estado de Oaxaca, comprende una superficie de 2,686 kilómetros cuadrados y abarca totalmente los municipios de Santiago Chazumba, Cosoltepec, San Pedro y San Pablo Tequixtepec, San Juan Bautista Suchitepec, Asunción Cuyotepeji, Santa María Camotlán, Santiago Huajolotitlán, Santiago Cacaloxtepec y parcialmente a los municipios de Heroica Ciudad de Huajuapan de León, Santa Catarina Zapoquila, Santiago Miltepec, Concepción Buenavista, Zapotitlán Palmas, Santiago Ihuitlán Plumas, Tlacotepec Plumas, San Francisco Teopan, San Pedro Nopala, Santa Magdalena Jicotlán, Teotongo, Villa de Tamazulápam del Progreso, San Andrés Dinicuiti, Santo Domingo Yodohino, Villa de Chilapa de Díaz, San Jerónimo Silacayoapilla, San Marcos Arteaga, Santo Domingo Tonalá, Tezoatlán de Segura y Luna, San Juan Ñumí, San Antonino Monte Verde, San Sebastián Nicananduta, todos del Estado de Oaxaca, y parcialmente los municipios de Atexcal, Zapotitlán y Caltepec del Estado de Puebla. Administrativamente corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Balsas.

El acuífero Huajuapan de León, clave 2014, es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales y fluviales conformados por arenas finas, arenas gruesas y gravas, cuyo espesor aproximado es de 18 metros, en donde el agua subterránea se desplaza entre los poros, principalmente en el subálveo de los cauces de los ríos y arroyos que cruzan los valles y hondonadas, así como las márgenes de los mismos; el basamento impermeable está formado por rocas metamórficas e intrusivas.

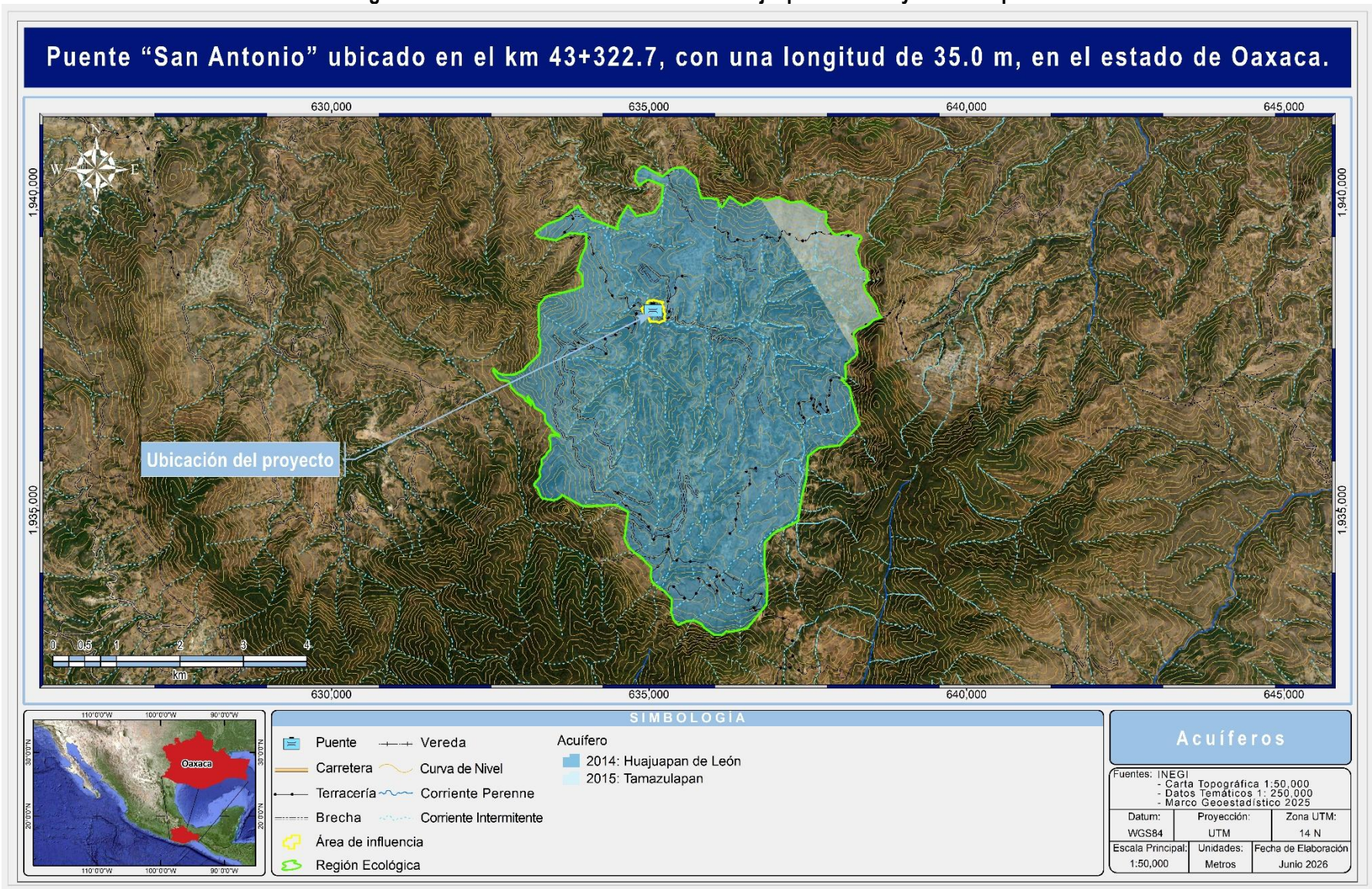
Las fronteras y barreras al flujo subterráneo, así como el basamento geohidrológico del acuífero están representadas por las rocas metamórficas e intrusivas del Complejo Oaxaqueño.

Imagen III. 36 Localización del acuífero Huajuapan de león 2014 Oaxaca.



Fuente: CONAGUA, 2020.

Imagen III. 37 Localización de los Acuíferos Huajuapan de León y Tamazulapan



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tipo de acuífero

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero tipo libre heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por arenas finas, arenas gruesas y gravas, cuyo espesor es del orden de 18 metros, el cual tiene un basamento impermeable, formado por rocas metamórficas y granodiorita. Las gravas, alojadas a lo largo de los cauces de ríos y arroyos que drenan el área, así como las que se encuentran en las márgenes de estos, es básicamente a lo que se limita el acuífero.

Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

Como parte de los trabajos de campo del estudio realizado en 2010, se tomaron 48 muestras de agua subterránea en aprovechamientos distribuidos en la zona para su análisis fisicoquímico correspondiente. Las determinaciones incluyeron temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos (STD), pH, Eh, Nitratos, iones mayoritarios y dureza total.

La concentración de sólidos totales disueltos (STD) presenta valores que varían de 200 a 590 ppm, que no sobrepasan el límite máximo permisible de 1000 ppm establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 de STD para el agua destinada al consumo humano.

Con respecto a la conductividad eléctrica, el agua se clasifica de manera general como dulce de buena calidad, de acuerdo con el criterio establecido por la American Potability and Health Asociation (APHA, 1995), ya que sus valores varían de 400 a 1190 μS/cm. Todos los valores de pH en el área de estudio se encuentran entre los límites máximos permisible que marca la Norma Oficial Mexicana para el agua destinada al consumo humano, ya que se registran valores de 6.9 a 8.5, que representa agua ligeramente alcalina en la que existe predominio en el contenido de carbonatos, con respecto a los sulfatos. Los valores de temperatura registrados varían 14 a 22.5°C.

La dureza total (DT) viene dada por el contenido total de iones Ca^{+2} y Mg^{+2} en solución; se expresa en mg/L o la dureza total como carbonato de calcio (en mg/L). En general se consideran aguas blandas las de dureza inferior a 50 mg/L de $CaCO_3$, aguas duras las que tienen hasta 200 mg/L de $CaCO_3$ y muy duras las que superan esta cifra. En el Acuífero Huajuapan de León, se encontraron dos captaciones de agua subterránea de agua dura con valores de 134.85 y 181.35 mg/L (H13 y H21); en el resto del área de estudio, el agua es muy dura con valores que están en el rango de 202 a 618 mg/L y solo uno alcanza los 1,042.43 mg/L (H41).

De acuerdo con el criterio de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), el agua extraída se clasifica como de salinidad media (C_2) y alto (C_3) con contenido bajo de sodio intercambiable (S_1), lo que indica que es apropiada para su uso en riego con restricciones. Con respecto a las concentraciones de elementos mayores por ion dominante, se identificó como familia dominante la sódico-cálcica-bicarbonatada, que corresponde a agua de reciente infiltración.

Censo de aprovechamiento e hidrometría

De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos, llevado a cabo como parte del estudio realizado en el 2010, se registró un total de 322 aprovechamientos: 291 norias, 5 pozos y 26 manantiales, del total de aprovechamientos, 303 se encuentran activos y los restantes 19 inactivos permanentemente.

El volumen de extracción asciende a 3.4 hm^3 anuales, de los cuales 2.61 hm^3 (76.89 %) se destinan al uso público-urbano, 0.7 hm^3 (20.55 %) se destinan al uso agrícola, 0.063 hm^3 (1.87%) se destinan al uso doméstico, 0.02 hm^3 (0.56%) se destinan al uso múltiple y el 0.004 hm^3 (0.13 %) restantes se utilizan para el uso de servicios.

Balance de aguas subterráneas

El balance de aguas subterráneas se planteó para el año 2010, en una superficie de 43.4 km^2, que corresponde a la zona donde se cuenta con información piezométrica y en la que se localiza la mayoría de los aprovechamientos subterráneos.

La diferencia entre la suma total de las entradas (recarga) y la suma total de las salidas (descarga), representa el volumen de agua perdido o ganado por el almacenamiento del acuífero, en el periodo de tiempo establecido. La ecuación general de balance, de acuerdo con la ley de la conservación de la masa es la siguiente:

Entradas (E) - Salidas (S) = Cambio de masa

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero, las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa por el cambio de almacenamiento del acuífero:

Recarga total - Descarga total = Cambio de almacenamiento

Entradas

De acuerdo con el modelo conceptual definido para el acuífero, la recarga total que recibe el acuífero (R) ocurre por tres procesos naturales principales: por infiltración de agua de lluvia en el valle, por infiltración de los escurrimientos de los arroyos principales, que en conjunto se consideran como recarga vertical (Rv) y por flujo subterráneo horizontal (Eh).

De manera inducida, la infiltración de los excedentes del agua destinada al uso agrícola, que representa la ineficiencia en la aplicación del riego en la parcela; del agua residual de las descargas urbanas y de las pérdidas en las redes de distribución de agua potable, constituyen otra fuente de recarga al acuífero (Ri). Para este caso, debido a que los volúmenes utilizados en riego son muy bajos y no existen poblaciones urbanas importante, se considera que no existe recarga inducida. Por lo tanto, **Ri = 0**.

Recarga vertical (rv)

Es uno de los términos que mayor incertidumbre implica su cálculo. Debido a que se cuenta con información para calcular el cambio de almacenamiento (ΔVS), las entradas y salidas por flujo subterráneo, su valor será despejado de la ecuación de balance:

$$Rv + Eh - B - ETR - Sh - Dfb = \pm \Delta V(S) \qquad (1)$$

Donde:
Rv= Recarga vertical;
Eh= Entradas por flujo subterráneo horizontal;
B= Bombeo;
ETR= Evapotranspiración;
Dfb= Descarga por flujo base;
Sh= Salidas por flujo subterráneo horizontal;
ΔV(S)= Cambio de almacenamiento;

De esta manera, despejando la recarga vertical, se obtiene la siguiente ecuación:

$$Rv = B + ETR + Dfb + Sh - Eh \pm \Delta VS \qquad (2)$$

Entradas por flujo subterráneo horizontal (eh)

Una fracción del volumen de lluvias que se precipita en las zonas topográficamente más altas del acuífero se infiltra por las fracturas de las rocas que forman parte de ellas y a través del pie de monte, para posteriormente recargar al acuífero en forma de flujos subterráneos que alimentan la zona de explotación. La recarga al acuífero tiene su origen en la precipitación pluvial sobre el valle y en la infiltración de los escurrimientos superficiales.

Para el cálculo de las entradas por flujo subterráneo horizontal se utilizó la configuración de elevación del nivel estático correspondiente al año 2010. Con base en esta configuración se seleccionaron canales de flujo y se aplicó la ley de Darcy para calcular el caudal "Q" en cada uno de ellos, mediante la siguiente expresión:

$$Q = T * B * i$$

Dónde:
B: Largo del canal de flujo;
i: Gradiente hidráulico (i=h_2-h_1/a);
T: Transmisividad;

El volumen total de entradas por flujo subterráneo horizontal asciende a **4.0 hm^3/año**. Los valores de transmisividad utilizados para el cálculo de las entradas y salidas subterráneas son los promedios obtenidos de la interpretación de pruebas de bombeo, adaptadas al espesor saturado en cada zona.

Evapotranspiración (ETR)

Este parámetro es la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas, por lo tanto, es considerada una forma de pérdida de humedad del sistema. Existen dos formas de evapotranspiración: la que considera el contenido de humedad en el suelo y la que considera la etapa de desarrollo de las plantas (Evapotranspiración Potencial y la Evapotranspiración Real). El escurrimiento y el volumen de evapotranspiración real (ETR) es un parámetro utilizado para la recarga potencial de infiltración.

El cálculo de la evapotranspiración corresponde con aquella pérdida de agua freática somera y que se aplica al balance de aguas subterráneas, considerando que el concepto tiene influencia hasta una profundidad máxima de 5 m, hasta la que penetra la vegetación en este tipo de climas, bajo el siguiente proceso: En zonas donde el nivel estático se encuentra a una profundidad menor a 5 m, se calcula el valor de ETR exclusivamente para estas zonas de niveles someros y se pondera el valor del volumen obtenido, partiendo de una relación lineal inversa entre la profundidad al nivel estático (PNE) y el % de ETR. Suponiendo una profundidad límite de extinción de 5 m para el fenómeno de ETR, a menor profundidad mayor será el % de ETR, de tal manera que a 5 m el valor de ETR es nulo y a 0 m el valor es del 100 %, a 4 m el 20%, a 2 m el 60% etc.
La estimación del valor de la evapotranspiración se calculó multiplicando el área donde tiene lugar el fenómeno por la lámina de evapotranspiración obtenida y por el % que le corresponde de acuerdo con la gráfica anterior. De esta manera, tomando en cuenta una superficie de 21.7 km^2 de la zona aledaña al cauce de los ríos en la que la profundidad media al nivel del agua subterránea es de 2 m y la lámina de evapotranspiración obtenida de 564.4 mm (con valores de 701.4 mm anuales para la precipitación y 15.5 °C de temperatura), de acuerdo con la gráfica, tenemos que la ETR = 21.7 km^2 (0.5644 m) (0.6) = 7.4. Por lo tanto, la **ETR = 7.4 km^3/año**.

Extracción por bombeo (B)

Como se menciona en el apartado de censo e hidrometría, el valor de la extracción por bombeo calculado es de **3.4 hm^3 /año**.

Cambio de almacenamiento (ΔVS)

Para la estimación del cambio de almacenamiento se tomó en cuenta la configuración de la evolución anual del nivel estático 2003 - 2010, en donde se observan valores puntuales de recuperación de hasta 3 m, hacia las localidades de Dolores y El Castillo. Con base en ella y considerando un rendimiento específico (Sy) de 0.15, se determinó la variación del almacenamiento mediante la siguiente expresión:

$$\Delta VS = S * A * h$$

Donde:
Δ**VS**= Cambio de almacenamiento en el período analizado;
S= Coeficiente de almacenamiento promedio de la zona de balance;
A= Área de influencia de curvas de igual evolución del nivel estático (km^2);
h= Valor de la variación piezométrica en el período (m);

A nivel de todo el acuífero se manifiesta un cambio de almacenamiento de 2.8 hm^3 para el periodo 2003-2010, que equivalen a 0.60 hm^3 anuales, por lo que **ΔV(S) = 0.4km^3/año**.

Solución a la ecuación de balance

Una vez calculadas las componentes de la ecuación de balance, procedemos a evaluar la recarga vertical por lluvia e infiltraciones, mediante la expresión (2), que fue establecida con anterioridad:

$$\mathbf{Rv = B + ETR + Sh + Dfb – Eh \pm \Delta VS} \quad \mathbf{(2)}$$

$$Rv = 3.4 + 7.4 + 4.2 + 1.3 - 4.0 + 0.4$$

$$\mathbf{Rv = 12.7\ hm^3 anuales}$$

De esta manera, la recarga total media anual estará definida por la suma de la recarga vertical, las entradas horizontales subterráneas y los retornos del riego agrícola:

$$\mathbf{R = Rv + Eh}$$

$$R = 12.7 + 4.0$$

$$\mathbf{R = 16.7\ hm^3\ anuales}$$

Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

Donde:

$$\mathbf{DMA = R – DNC – VEAS}$$

DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero
R = Recarga total media anual
DNC = Descarga natural comprometida
VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de **16.7 hm^3 /año.**

Descarga natural comprometida (DNC)

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para este caso, su valor es de. **DNC = 5.5 hm^3 anuales**.

Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.

Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **9,231,270 m^3 anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del **20 de febrero del 2020.**

Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

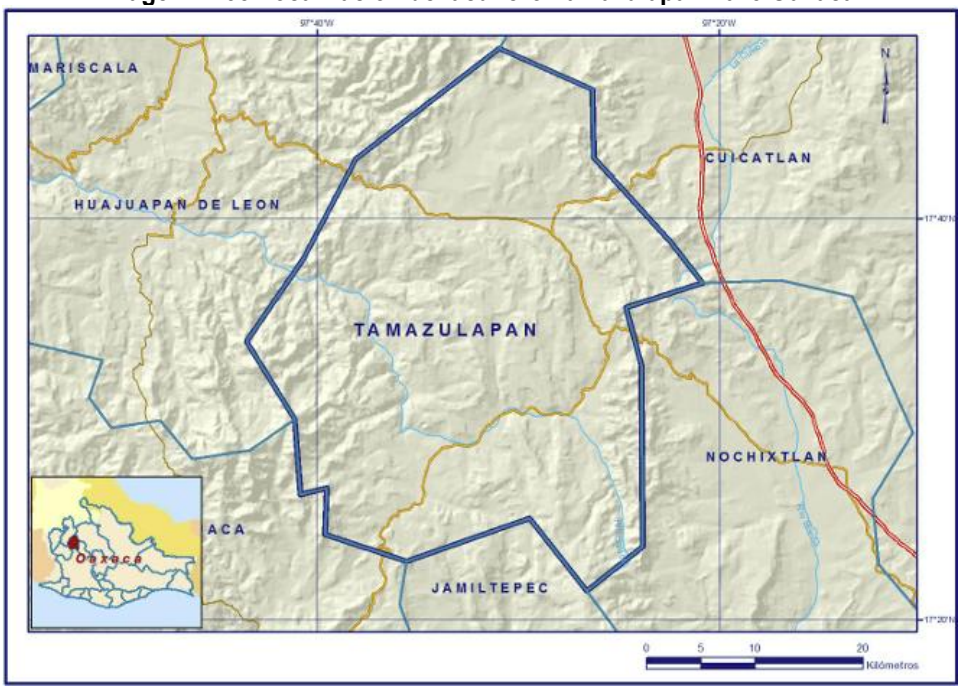
DMA = R – DNC – VEAS
DMA = 16.7 – 5.5 – 9.231270
DMA = 1.968730 hm^3/año.

El resultado indica que existe un volumen disponible de **1,968,730 m^3 anuales** para otorgar nuevas concesiones de este acuífero

III.2.1.6.2. Acuífero Tamazulapan 2015

El acuífero Tamazulapan, definido con la clave 2015 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en el extremo occidental del estado de Oaxaca, entre los paralelos 17°21' a 17°49' de latitud Norte y los meridianos 97º20' a 97°44´ de longitud Oeste, cubriendo una superficie de 1,225 km2. Limita al noroeste con el acuífero Huajuapan de León, al suroeste con Juxtlahuaca, al noreste con Cuicatlán, al este con Nochixtlán y al sur con el acuífero Jamiltepec, todos ellos pertenecientes al estado de Oaxaca.

Imagen III. 38 Localización del acuífero Tamazulapan 2015 Oaxaca.



Fuente: CONAGUA, 2020

Tipo de acuífero

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero tipo libre heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales de granulometría variada y conglomerados, cuyo espesor puede alcanzar varios metros en el centro del valle. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias entre las que destacan las calizas de la Formación Olinalá, que presenta permeabilidad secundaria por fracturamiento y/o disolución, que pueden presentar condiciones de semiconfinamiento o de confinamiento, debido a que su litología incluye alternancia con lutitas y limoli.

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero tipo libre heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales de granulometría variada y conglomerados, cuyo espesor puede alcanzar varios metros en el centro del valle. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias entre las que destacan las calizas de la Formación Olinalá, que presenta permeabilidad secundaria por fracturamiento y/o disolución, que pueden presentar condiciones de semiconfinamiento o de confinamiento, debido a que su litología incluye alternancia con lutitas y limolitas.

Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

Como parte de los trabajos de campo del estudio realizado en 2010, se tomaron 15 muestras de agua subterránea en aprovechamientos distribuidos en la zona para su análisis fisicoquímico correspondiente. Las determinaciones incluyeron temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos (STD), pH, Eh, Nitratos, iones mayoritarios y dureza total. La concentración de sólidos totales disueltos (STD) presenta valores que varían de 260 a 990 ppm, que no sobrepasan el límite máximo permisible de 1000 ppm establecido en la NOM-127-SSA1-2021 "Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de mayo del 2022. de STD, solamente un aprovechamiento sobrepasa el límite permisible con un valor de 1240 ppm. Con respecto a la conductividad eléctrica, el agua se clasifica de manera general como dulce, de acuerdo al criterio establecido por la American Potability and Health Asociation (APHA, 1995), ya que sus valores varían de 500 a 1980 S/cm, solamente un aprovechamiento sobrepasa el límite con 2510 S/cm. Todos los valores de pH en el área de estudio se encuentran entre los límites máximos permisible que marca la Norma Oficial Mexicana para el agua destinada al consumo humano, ya que se registran valores de 7.2 a 8.1, que representa agua ligeramente alcalina en la que existe predominio en el contenido de carbonatos, con respecto a los sulfatos. Los valores de temperatura registrados varían 18.4 a 24.4. Con respecto a las concentraciones de elementos mayores por ion dominante, se identificó como familia dominante la sódico-cálcico-bicarbonatada, que, con excepción de dos muestras, es agua es de muy buena calidad, que corresponde a agua de reciente infiltración De acuerdo con el criterio de Wilcox, que relaciona la conductividad eléctrica con la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), el agua extraída se clasifica como de salinidad media y alta (C1 y C2) y contenido bajo de sodio intercambiable (S1), lo que indica que es apropiada para su uso en riego con ciertas restricciones.

Censo de aprovechamiento e hidrometría

De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos, llevado a cabo como parte del estudio realizado en el 2010, se registró un total de 72 aprovechamientos: 32 norias, 12 pozos y 28 manantiales, del total de aprovechamientos, 57 se encuentran activos y los restantes 3 inactivos permanentemente.

El volumen de extracción asciende a 1.0 hm3 anuales, de los cuales 0.61 hm3 (61 %) se destinan al uso doméstico, el 0.32 (32%) se destinan al uso agrícola y el 0.07 hm3 (7 %) restantes se utilizan para usos pecuarios y otros servicios.

Balance de aguas subterráneas

El balance de aguas subterráneas se planteó para el año 2011 en una superficie de 58.2 km2, que corresponde a la zona donde se tiene información piezométrica y en la que se localizan los aprovechamientos del agua subterránea. La diferencia entre la suma total de las entradas (recarga) y la suma total de las salidas (descarga), representa el volumen de agua perdido o ganado por el almacenamiento del acuífero, en el periodo de tiempo establecido. La ecuación general de balance, de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es la siguiente:

Entradas (E) - Salidas (S) = Cambio de masa

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero, las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa por el cambio de almacenamiento del acuífero:

Recarga total - Descarga total = Cambio de almacenamiento

Entradas

De acuerdo con el modelo conceptual definido para el acuífero, las entradas están integradas por la recarga natural que se produce por efecto de la infiltración de la lluvia que se precipita sobre los depósitos aluviales y conglomerados que conforman los valles, así como la infiltración que se produce a lo largo de los escurrimientos superficiales (Rv), y la que proviene de zonas montañosas contiguas a través de una recarga por flujo horizontal subterráneo (Eh). De manera inducida, la infiltración de los excedentes del agua destinada al uso agrícola, que representa la ineficiencia en la aplicación del riego en la parcela; del agua residual de las descargas urbanas y de las pérdidas en las redes de distribución de agua potable, constituyen otra fuente de recarga al acuífero. Para este caso, dado que el volumen destinado para usos público-urbano y agrícola es pequeño, se considera que no existe recarga inducida. Por lo que Ri = 0.

Recarga vertical (rv)

Es uno de los términos que mayor incertidumbre implica su cálculo. Debido a que se cuenta con información para calcular el cambio de almacenamiento (ΔVS), las entradas y salidas por flujo subterráneo, su valor será despejado de la ecuación de balance:

$$Rv + Eh - B - ETR - Sh - Dfb = \pm \Delta V(S) \qquad (1)$$

Donde:
Rv= Recarga vertical;
Eh= Entradas por flujo subterráneo horizontal;
B= Bombeo;
ETR= Evapotranspiración;
Dfb= Descarga por flujo base;
Sh= Salidas por flujo subterráneo horizontal;
ΔV(S)= Cambio de almacenamiento;

De esta manera, despejando la recarga vertical, se obtiene la siguiente ecuación:

$$Rv = B + ETR + Dfb + Sh - Eh \pm \Delta VS \qquad (2)$$

Entradas por flujo subterráneo horizontal (eh)

Entradas por flujo subterráneo horizontal (Eh) (2) Una fracción del volumen de lluvias que se precipita en las zonas topográficamente más altas del acuífero se infiltra por las fracturas de las rocas que forman parte de ellas y a través del pie de monte, para posteriormente recargar al acuífero en forma de flujos subterráneos que alimentan la zona de explotación. Para el cálculo de las entradas por flujo horizontal subterráneo se utilizó la configuración de elevación del nivel estático correspondiente al año 2011, mostrada en la figura 4. Con base en esta configuración se seleccionaron canales de flujo y se aplicó la ley de Darcy para calcular el caudal "Q" en cada uno de ellos, mediante la siguiente expresión:

$$Q = T * B * i$$

Dónde:
B: Largo del canal de flujo;
i: Gradiente hidráulico (i=h_2-h_1/a);
T: Transmisividad;

Evapotranspiración (etr)

Este parámetro es la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas, por lo tanto, es considerada una forma de pérdida de humedad del sistema.
Existen dos formas de evapotranspiración: la que considera el contenido de humedad en el suelo y la que considera la etapa de desarrollo de las plantas (Evapotranspiración Potencial y la Evapotranspiración Real). Para la obtención de este parámetro se puede utilizar la ecuación empírica de Turc.

Extracción por bombeo (b)
Como se menciona en el apartado de censo e hidrometría, el valor de la extracción por bombeo calculado es de 1.0 hm3/año.

Cambio de almacenamiento (δvs)
Para la estimación del cambio de almacenamiento, se tomó en cuenta la configuración de evolución del nivel estático para el periodo 2003-2010, mostrada en la figura 5, en donde se observa que se registran valores puntuales de recuperación de hasta 1.5 m. Para el resto de la superficie de balance, aunque las mediciones puntuales reflejan un ascenso del nivel estático, éstas se localizan en zonas topográficamente más altas, fuera del área de balance. Con base en la configuración de curvas de igual evolución del nivel estático, y considerando un coeficiente de almacenamiento S = 0.15, se determinó la variación del almacenamiento con la siguiente expresión:

$$\Delta VS = S * A * h$$

Donde:

Δ**VS**= Cambio de almacenamiento en el período analizado;
S= Coeficiente de almacenamiento promedio de la zona de balance;
A= Área de influencia de curvas de igual evolución del nivel estático (km^2);
h= Valor de la variación piezométrica en el período (m);

A nivel de todo el acuífero se manifiesta un cambio de almacenamiento de 4.2 hm3 para el periodo 2003-2010, que equivalen a 0.60 hm3 anuales, por lo que ΔV(S) = 0.6 hm3/año.

Solución a la ecuación de balance
Una vez calculados los valores de las componentes de la ecuación de balance, el único parámetro de los que intervienen y que falta por determinar es la infiltración vertical (Rv), el cual será calculado a partir de la ecuación (2):

$$Rv = B + Sh + ETR + Dfb \pm \Delta V(S) - Eh$$
$$Rv = 1.0 + 4.4 + 6.3 + 3.7 + 0.6 - 1.5$$
$$Rv = 14.5 \text{ hm3 anuales}$$

Por lo tanto, el valor de la recarga total (R) es igual a la suma de todas las entradas:

$$R = Rv + Eh$$
$$R = 14.5 + 1.5$$
$$R = 16.0 \text{ hm3 anuales}$$

Disponibilidad
Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA DEL SUBSUELO EN UN ACUÍFERO	=	RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL	-	DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA	-	EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Donde:

DMA = R – DNC – VEAS

DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero
R = Recarga total media anual
DNC = Descarga natural comprometida
VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

Recarga total media anual (R)

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de **16.0 hm3/año.**

Descarga natural comprometida (DNC)
La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Para este caso, su valor es de **DNC = 8.1 hm3 anuales.**

Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)
La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica. En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero. Para este acuífero el volumen de extracción de aguas subterráneas es de 5,437,271 m3 anuales, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 30 de diciembre de 2022.

Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

DMA = R – DNC – VEAS
DMA = 16.0 – 8.1 – 5.437271
DMA = 2.462729 hm^3/año.

El resultado indica que existe un volumen disponible de **2,462,729 m^3 anuales** para otorgar nuevas concesiones de este acuífero

III.2.1.7. Aire

La evolución y el desarrollo de las zonas urbanas a nivel nacional han venido acompañados por la proliferación de problemas ambientales debidos, entre otros factores, al incremento de población, actividad industrial, flota vehicular, dinamismo doméstico y demanda de servicios. Las actividades diarias generadas por las industrias, el comercio, la educación escolar y el tránsito vehicular, entre otras muchas, suelen producir una gran cantidad de sustancias que modifican la composición natural del aire. A diario se producen miles de toneladas de contaminantes que son emitidos a la atmósfera y una vez en ella su transformación, dispersión y destino final es determinado por un conjunto de factores físicos como el clima y la orografía. Las fuentes de emisión de contaminantes abarcan desde la industria, los vehículos automotores, los comercios y servicios, y hasta diversas actividades, como ganadería, quemas agrícolas, uso de productos de limpieza y pinturas, así como los suelos y la vegetación.

Entre las fuentes de emisión de contaminantes se encuentran las quemas agrícolas, así como los suelos y la vegetación. En este sentido es de destacar que en el Estado de Oaxaca predominan los usos de suelo bosque, agrícola, pastizal. Algunos de los factores que inciden sobre la calidad del aire en las ciudades son la creciente necesidad de movilidad y sus externalidades: la integración inadecuada de diferentes modalidades para el desplazamiento de personas y bienes, el uso de espacios públicos que privilegian el tránsito y estacionamientos vehiculares, y el desarrollo de infraestructura vial orientada a vehículos particulares, como segundos pisos, túneles y viaductos, que incrementan los kilómetros recorridos por los automotores.

Con respecto a la contaminación de la atmosfera, esta se considera como la alteración de la composición del aire por la presencia de contaminantes emitidos a la atmósfera, generados por las distintas actividades del hombre o por fenómenos naturales; los contaminantes pueden ser, gases de combustión, partículas sólidas y líquidas, microorganismos patógenos, entre otros. En lo referente a la calidad atmosférica, las actividades que pretenden desarrollar el proyecto en el sitio de estudio se encuentran muy por debajo de los niveles permitidos por la Norma Oficial Mexicana 035, lo que significa que la calidad del aire es considerada como buena, cumplimiento con lo establecido en la normatividad aplicable a la regulación de los parámetros de emisión. Para la RE, debido a la baja densidad poblacional, la contaminación del aire se considera prácticamente inocua a comparación de las grandes ciudades con una menor extensión territorial como lo es la capital del Estado.

NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Las normas de calidad del aire fijan valores máximos permisibles de concentración de contaminantes, con el propósito de proteger la salud de la población en general y de grupos con mayor susceptibilidad. Las normas de calidad del aire son publicadas por la Secretaría de Salud en el Diario Oficial de la Federación.

Tabla III. 25 Normas de Calidad del Aire Vigentes.

CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN Y TIEMPO PROMEDIO DE EXPOSICIÓN	PARA PROTECCIÓN DE LA SALUD DE LA POBLACIÓN SUSCEPTIBLE
OZONO	0.095 ppm promedio de 1 hora	0.070 ppm Promedio móvil de 8 hrs. tomado como el máximo en un periodo de 1 año
MONÓXIDO DE CARBONO	11 ppm Promedio móvil de 8 hrs.	1 vez al año
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES	210 µg/m^3 Percentil 98 promedios de 24 hrs.	75 µg/m^3 Media aritmética anual
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS DE FRACCIÓN RESPIRABLE PM-10	75 µg/m^3 Promedio de 24 hrs.	40 µg/m^3 Media aritmética anual
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS DE FRACCIÓN RESPIRABLE PM 2.5	45 µg/m^3 Percentil 98 promedios de 24 hrs.	12 µg/m^3 Media aritmética anual

CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN Y TIEMPO PROMEDIO DE EXPOSICIÓN	PARA PROTECCIÓN DE LA SALUD DE LA POBLACIÓN SUSCEPTIBLE
BIÓXIDO DE AZUFRE	0.11 ppm Promedio de 24 hrs. 1 vez al año	0.025 ppm Media aritmética anual
BIÓXIDO DE NITRÓGENO	0.21 ppm Promedio de 1 hr.	1 vez al año

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026

Tabla III. 26 Índice de la Calidad del Aire (IMECA).

Advertencia sanitaria por PM 2.5
Calidad el aire: Buena Intervalo de concentración ≤15 PM 2.5 Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre, Aunque el intervalo de concentración de micropartículas es menor que 15 PM 2.5, tales centros de hospitalidad y convivencia están sobre el máximo de 10 PM 2.5 que la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece
Calidad el aire: Regular Intervalo de concentración 15-40 PM 2.5 Se pueden llevar a cabo actividades al aire libre Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades
Calidad el aire: Mala Intervalo de concentración 40-65 PM 2.5 Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma. Evite las actividades al aire libre, esté atento a la información de calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos"
Calidad el aire: Muy mala Intervalo de concentración 65-150 PM 2.5 Causante de mayores efectos adversos a la salud de la población en general, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma. Evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de calidad del aire. "Acuda al médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos"
Calidad el aire: Extremadamente mala Intervalo de concentración ≤150 PM 2.5 Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma. Proteja su salud, evite salir de casa y mantenga las ventanas cerradas, esté atento a la información de calidad de aire. "Acuda con el médico si presenta síntomas respiratorios o cardiacos"

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026

III.2.2. Medio Biótico

III.2.2.1. Vegetación

III.2.2.1.1. Metodología

El método utilizado para caracterizar las condiciones biológicas de la Región Ecológica (RE) se agrupó en trabajos de gabinete y campo.

- **Trabajo de gabinete**

Como parte de las actividades preliminares del estudio florístico, se realizó un trabajo de gabinete orientado a recopilar, analizar y sistematizar la información disponible sobre las características ambientales del área de estudio. Para ello, se consultó bibliografía especializada, artículos científicos, monografías, inventarios florísticos, bases de datos botánicas y cartografía oficial, con el propósito de identificar las principales características bióticas y abióticas de la región, particularmente aquellas relacionadas con la composición florística, los tipos de vegetación, la distribución potencial de las especies y las condiciones ecológicas predominantes.

De manera complementaria, se revisó la información contenida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con la finalidad de identificar de manera preliminar aquellas especies de flora con distribución potencial dentro del área de estudio que pudieran encontrarse sujetas a alguna categoría de riesgo, así como orientar los recorridos de campo para su búsqueda y verificación.

Asimismo, se emplearon Sistemas de Información Geográfica (SIG) para integrar y analizar información cartográfica en formato vectorial y ráster, proveniente de fuentes oficiales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y otras dependencias competentes. Mediante este análisis se delimitó el área de estudio y se generó cartografía temática correspondiente a topografía, hidrología, red de caminos, localidades, uso del suelo y vegetación, modelo digital de elevación y demás elementos ambientales relevantes, lo que permitió conocer de manera preliminar las condiciones del sitio y planificar adecuadamente las actividades de campo.

Con base en la información cartográfica obtenida, se definió la ubicación de los sitios de muestreo, procurando su representatividad respecto de las diferentes condiciones de vegetación, fisiografía y accesibilidad presentes dentro del área de estudio. Para cada sitio se obtuvieron las coordenadas geográficas y UTM, las cuales fueron incorporadas a dispositivos de navegación mediante Sistema de Posicionamiento Global (GPS), facilitando su localización precisa durante los recorridos de campo y garantizando la reproducibilidad del muestreo.

- **Trabajo de campo**

Con base en la información obtenida durante la etapa de gabinete, se llevaron a cabo recorridos sistemáticos de reconocimiento en el área de estudio con el propósito de verificar en campo los tipos de vegetación, usos del suelo y demás componentes ambientales previamente identificados mediante el análisis cartográfico. Esta actividad permitió contrastar la información derivada de la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como delimitar con mayor precisión las unidades de vegetación presentes dentro de la Región Ecológica (RE) y del área puntual del proyecto.

Durante los recorridos se evaluó el estado de conservación de la vegetación, identificando los diferentes grados de perturbación y los principales elementos estructurales de las comunidades vegetales. Se prestó especial atención a los fragmentos con mejor estado de conservación, áreas con vegetación secundaria, cercos vivos, zonas de transición y aquellos sitios donde, por las características del proyecto, existe mayor probabilidad de presentarse afectaciones a la cobertura vegetal.

De manera paralela, se realizó un registro fotográfico georreferenciado de las condiciones ambientales, de las comunidades vegetales y de las especies de flora más representativas del área de estudio. Particular interés se otorgó a la búsqueda y documentación de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellas con importancia ecológica, económica, medicinal, cultural o de aprovechamiento tradicional, con la finalidad de contar con evidencia documental que respaldara la caracterización florística.

Posteriormente se integró una brigada multidisciplinaria encargada del levantamiento del inventario florístico, siguiendo un programa de trabajo previamente establecido. El muestreo se efectuó tanto en el área de influencia directa del proyecto como dentro de la Región Ecológica, procurando que los sitios seleccionados fueran representativos de las diferentes asociaciones vegetales, condiciones fisiográficas y estados sucesionales presentes en la zona. La ubicación de los sitios respondió a criterios de representatividad ecológica, accesibilidad y heterogeneidad ambiental, garantizando una adecuada cobertura de las unidades de vegetación existentes.

La clasificación de los tipos de vegetación fue corroborada mediante la interpretación de las características estructurales y florísticas observadas en campo, apoyándose en la clave para la determinación de los tipos de vegetación de México propuesta por Miranda y Hernández-X (1963), así como en la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI (escala 1:250,000). Como resultado de esta verificación se identificaron las unidades de vegetación y uso de suelo presentes dentro del área de estudio, correspondientes a Pastizal Inducido y Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino, Agricultura de temporal anual y Asentamientos humanos.

Con la finalidad de asegurar una correcta determinación taxonómica, durante los recorridos se colectaron ejemplares botánicos de aquellas especies cuya identificación en campo presentó algún grado de incertidumbre o que resultaban de especial interés para el estudio. Las muestras fueron prensadas, etiquetadas y procesadas conforme a las técnicas convencionales de herborización, para posteriormente ser cotejadas con claves taxonómicas especializadas, literatura botánica y colecciones de referencia de diversos herbarios nacionales. Este procedimiento permitió confirmar la identidad taxonómica de las especies registradas y fortalecer la confiabilidad del inventario florístico elaborado.

III.2.2.1.2. Periodicidad del muestreo

El muestro se realizó en dos estaciones en época de invierno y primavera, específicamente en los inicio de marzo y abril con la finalidad de poder evaluar la mayor cantidad de especies presentes (Moreira, F., E.J. Huising y D.E. Bignell, 2012).

Si bien de manera general la temporada de lluvias en la región se concentra durante los meses de verano, para el periodo en que se desarrollaron los trabajos de campo se registró un inicio anticipado de las precipitaciones hacia finales del mes de marzo, condición que generó cambios perceptibles en la vegetación al momento de realizarse la segunda campaña de muestreo.

Esta condición resulta particularmente relevante desde el punto de vista ecológico, debido a que la respuesta de la vegetación a la precipitación no depende exclusivamente de la denominación convencional de los meses como "secos" o "lluviosos", sino de las condiciones ambientales efectivamente presentes al momento del levantamiento, particularmente de la ocurrencia de precipitaciones, el incremento en la humedad disponible en el suelo y la respuesta fenológica de las especies.

La literatura especializada ha documentado ampliamente que la estacionalidad de las precipitaciones constituye uno de los principales factores que regulan la fenología de las comunidades vegetales estacionales. Williams-Linera y Álvarez-Aquino (2016) señalan que la producción de hojas se incrementa con el inicio de las lluvias y que la fenología vegetativa presenta una relación directa con la precipitación. Asimismo, diferentes estudios en bosques estacionalmente secos de México han identificado que la foliación y el desarrollo vegetativo pueden presentarse inmediatamente después del establecimiento de las primeras lluvias, como respuesta al incremento en la disponibilidad de agua.

Esta respuesta es particularmente evidente en el estrato herbáceo, debido a que numerosas especies presentan ciclos de vida cortos, tasas rápidas de crecimiento y una fuerte dependencia de la disponibilidad temporal de humedad. En consecuencia, las primeras precipitaciones pueden promover la germinación, emergencia y rápido desarrollo de especies que durante el periodo de estiaje permanecen ausentes, en estado latente o con una expresión vegetativa reducida. La influencia de la estacionalidad sobre el crecimiento vegetal también ha sido documentada experimentalmente, registrándose mayores tasas de crecimiento durante la estación lluviosa.

Durante los trabajos realizados para el presente estudio, estas diferencias fueron observadas directamente en campo. Entre la primera y la segunda campaña se identificaron cambios evidentes en las condiciones de la vegetación, particularmente en el estrato herbáceo, donde se observó un incremento en la emergencia, desarrollo, cobertura y detectabilidad de individuos y especies asociado a las precipitaciones registradas previamente al segundo levantamiento.

Por lo anterior, aunque las campañas fueron realizadas en fechas relativamente próximas dentro del calendario anual, éstas correspondieron a **condiciones ambientales y fenológicas diferenciadas**: la primera permitió caracterizar las condiciones propias del periodo seco, mientras que la segunda incorporó la respuesta de la comunidad vegetal posterior al inicio de las precipitaciones. En consecuencia, el segundo levantamiento aportó información complementaria sobre especies y expresiones fenológicas que no presentaban la misma detectabilidad durante el primer muestreo.

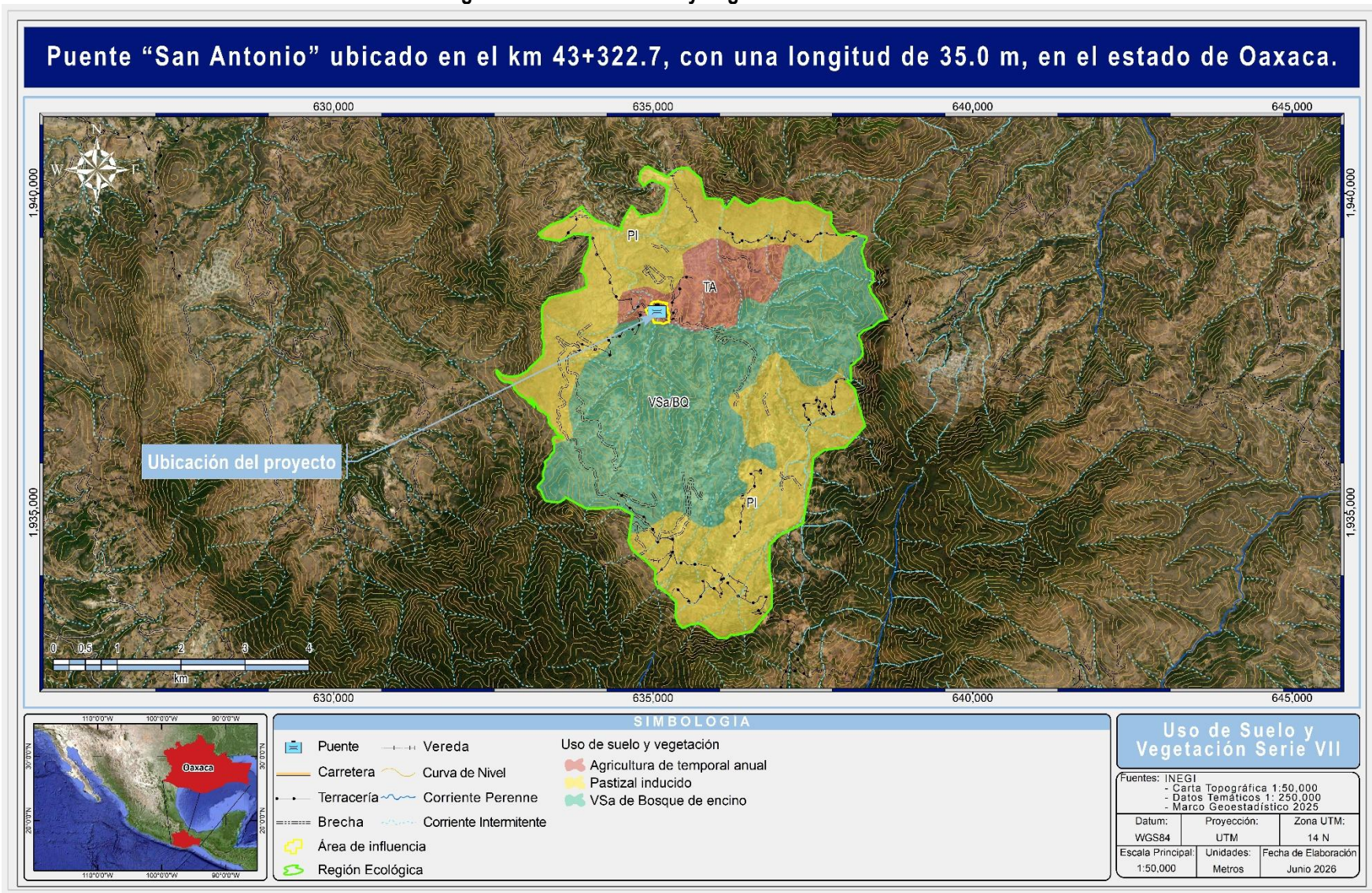
III.2.2.1.3. Comparativa del Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII con lo observado en campo

Como se mención al inicio del presente apartado de flora, se realizó el análisis de espacial y bibliográfico de la carta de uso de suelo y vegetación 1:250,000 Serie VII de INEGI (2018), donde se identificaron los siguientes usos de suelo y vegetación dentro de la Región Ecológica:

- Agricultura de temporal anual
- Asentamientos humanos
- Pastizal inducido
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

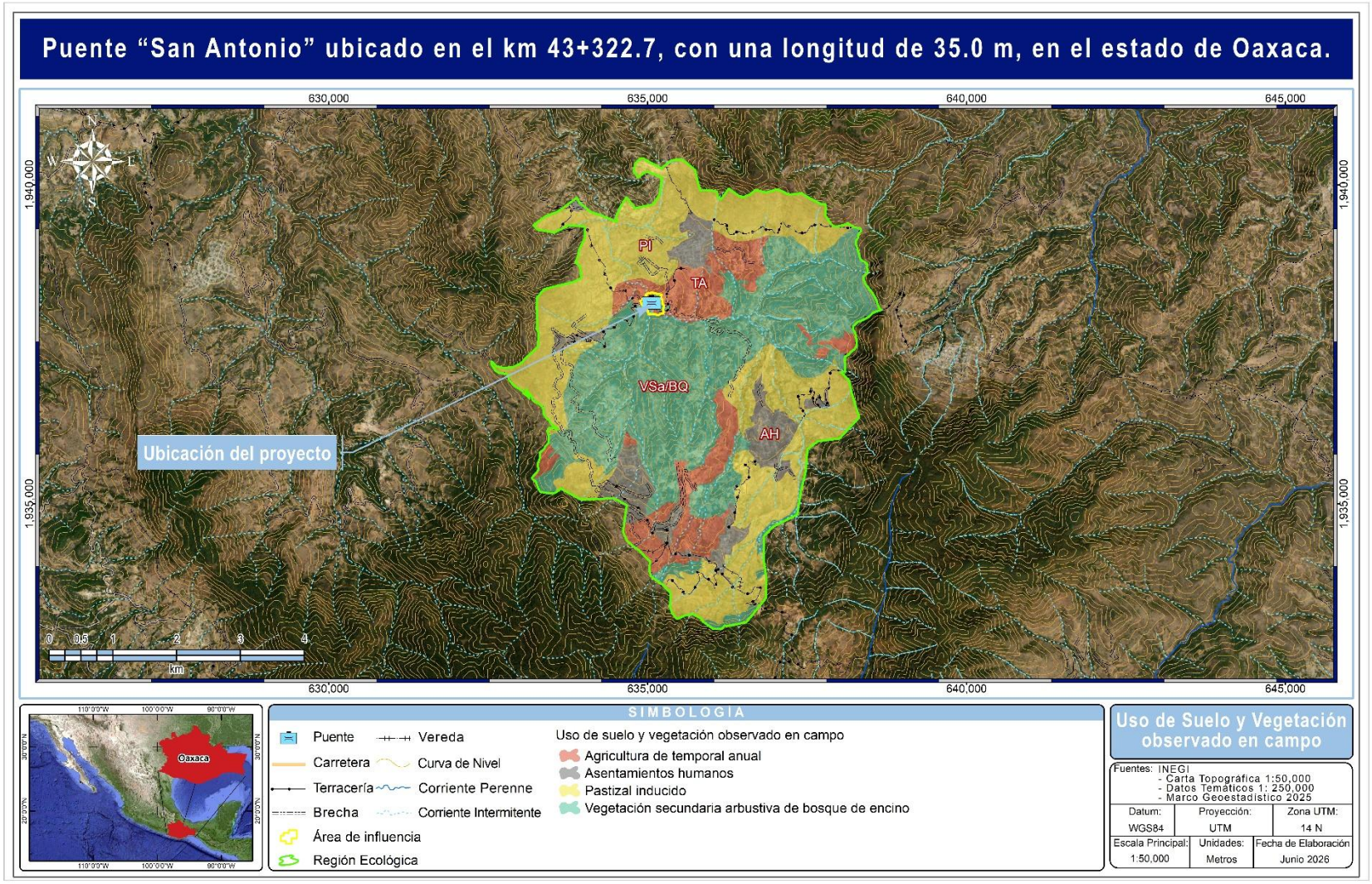
Mismos que si fueron identificados, pero los límites entre ellos no corresponden a lo observado en campo por lo que se realizó una delimitación más acercada a lo observado en campo con la finalidad de hacer una descripción más precisa. A continuación, se muestra la comparativa de los ajustes realizados y la información presentada por INEGI (2018).

Imagen III. 39 Usos de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 40 Uso de suelo y vegetación ajustado a lo observado en campo.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla III. 27 Uso de suelo y vegetación en la RE de acuerdo con la Serie VII de INEGI

REGIÓN ECOLÓGICA USV SERIE VII			
Clave	Descripción	Área (Ha)	Área (%)
PI	Pastizal inducido	1245.99	47.69%
TA	Agricultura de temporal anual	224.3	8.59%
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1142.15	43.72%
Total		2,612.44	100.00%

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026

Tabla III. 28 Uso de suelo y vegetación en la RE observado en campo

REGIÓN ECOLÓGICA USV OBSERVADO EN CAMPO			
Clave	Descripción	Área (Ha)	Área (%)
PI	Pastizal inducido	1017.78	38.96%
TA	Agricultura de temporal anual	339.91	13.01%
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1022.32	39.13%
Total		2,612.44	100.00%

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

III.2.2.1.4. Distribución y ubicación de los sitios de muestreo

El principal criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo con la distribución y vocación forestal de cada uno de los usos de suelo presentes dentro de la Región Ecológica, es importante aclarar que debido a que el proyecto consta de solo la construcción de un puente con una longitud total de 35.00 metros, con un ancho total de 9.00 m se analizó de manera conjunta con el área de influencia del proyecto para tener resultados más acercados a las superficies por afectar.

Tabla III. 29 Sitios de muestreo de flora.

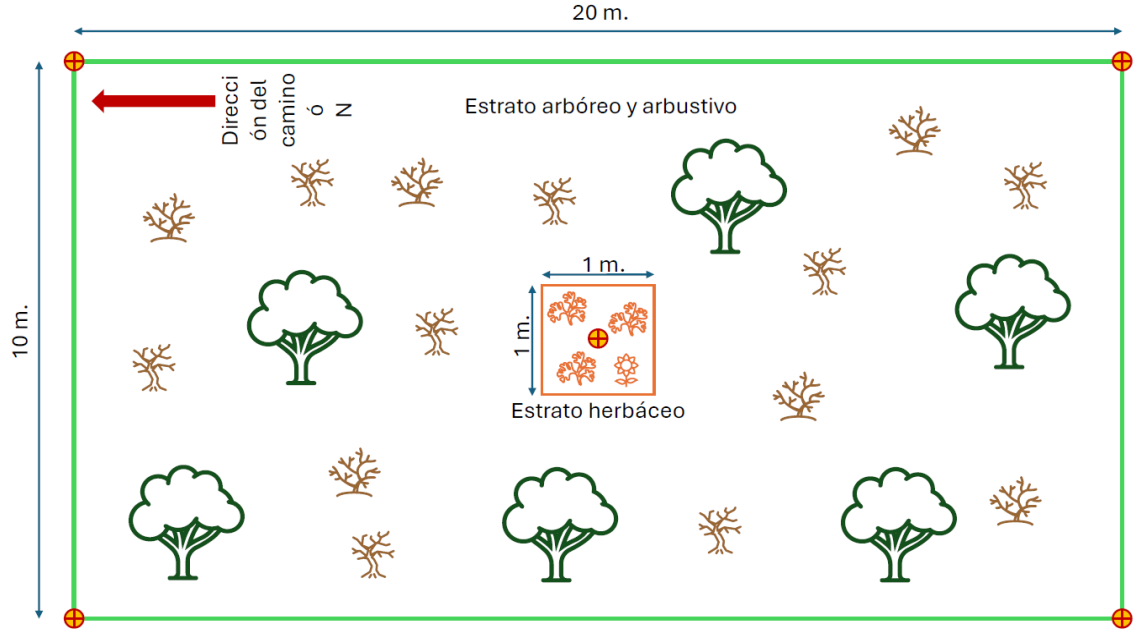
Sitio	UTM Zona 14N		Geográfica		Época de muestreo
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud	
Sitios en el área del proyecto y área de influencia					
AI01	634,963.96	1,938,082.15	-97° 43' 42.779"	17° 31' 29.886"	Primavera
AI02	635,159.82	1,938,002.29	-97° 43' 36.156"	17° 31' 27.246"	Primavera
AI03	635,198.22	1,938,184.77	-97° 43' 34.813"	17° 31' 33.174"	Primavera
AI04	635,096.15	1,938,176.33	-97° 43' 38.276"	17° 31' 32.921"	Verano
AI05	635,055.41	1,938,036.39	-97° 43' 39.689"	17° 31' 28.378"	Verano
AI06	635,177.51	1,938,086.83	-97° 43' 35.537"	17° 31' 29.992"	Verano
Sitios en la Región Ecológica					
SA01	635,736.38	1,933,997.19	-97° 43' 17.518"	17° 29' 16.824"	Primavera
SA02	635,509.94	1,936,356.53	-97° 43' 24.659"	17° 30' 33.629"	Primavera
SA03	635,223.39	1,939,508.89	-97° 43' 33.658"	17° 32' 16.245"	Primavera
SA04	637,991.55	1,938,163.12	-97° 42' 0.101"	17° 31' 31.855"	Primavera
SA05	634,217.07	1,936,637.94	-97° 44' 8.431"	17° 30' 43.064"	Verano
SA06	637,740.73	1,939,059.20	-97° 42' 8.398"	17° 32' 1.062"	Verano
SA07	636,139.65	1,935,134.39	-97° 43' 3.587"	17° 29' 53.732"	Verano
SA08	636,270.85	1,938,553.51	-97° 42' 58.357"	17° 31' 44.935"	Verano

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Se ubicaron los sitios de muestreo, en la RE, Área del proyecto y Área de influencia (estos dos se analizaron de manera conjunta), se delimitaron sitios de muestreo en parcelas rectangulares de 10x20 metros (200 m^2) para el caso del proyecto los 10 metros se ubicaron en dirección perpendicular al eje del puente y los 20 metros de manera paralela a este, para la RE se ubicó tomando el norte como referencia. El estrato herbáceo fue medido en un subsitio 1x1m en el centro del sitio. Se determino este tipo de levantamiento al estar ubicado en vegetación secundaria arbustiva de

bosque de encino principalmente lo recomendado por Wood (1990[1]) y Romahn y Ramírez (2010[2]). A continuación, se puede apreciar la forma y el tamaño de los sitios de muestreo.

Imagen III. 41 Forma y tamaño de los sitios de muestreo



Fuente: Romahn y Ramírez, 2010

Tabla III. 30 Sitios de muestreo de flora.

	Sitio de 200m2 (10mx20m) para medir árboles con diámetro mayor de 12.5 cm y arbustos.
	Subsitio de 1m2 (L = 1m) registro de hierbas, helechos, musgos y líquenes

Fuente: Romahn y Ramírez, 2010

De la misma forma en las siguientes fotografías se observa la obtención de los datos dasométricos de los ejemplares muestreados.

[1] Wood, G.B. 1990. Ground sampling methods used to inventory tropical mixed/moist forest [Métodos de muestreo de campo para inventarios de bosques tropicales mixtos y húmedos]. Forest Ecology and Management 35:199-206.

[2] Romahn, C. F. & Ramírez, H. (2010). Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. Pp. 294.

Fotografía III. 5 Obtención de datos dasométricos




Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Es importante señalar, que, para complementar el trabajo de campo, se realizaron vuelos con un Dron, con la finalidad de apreciar y tener una idea actualizada de los usos de suelo y vegetación, presentes en la RE y área del proyecto

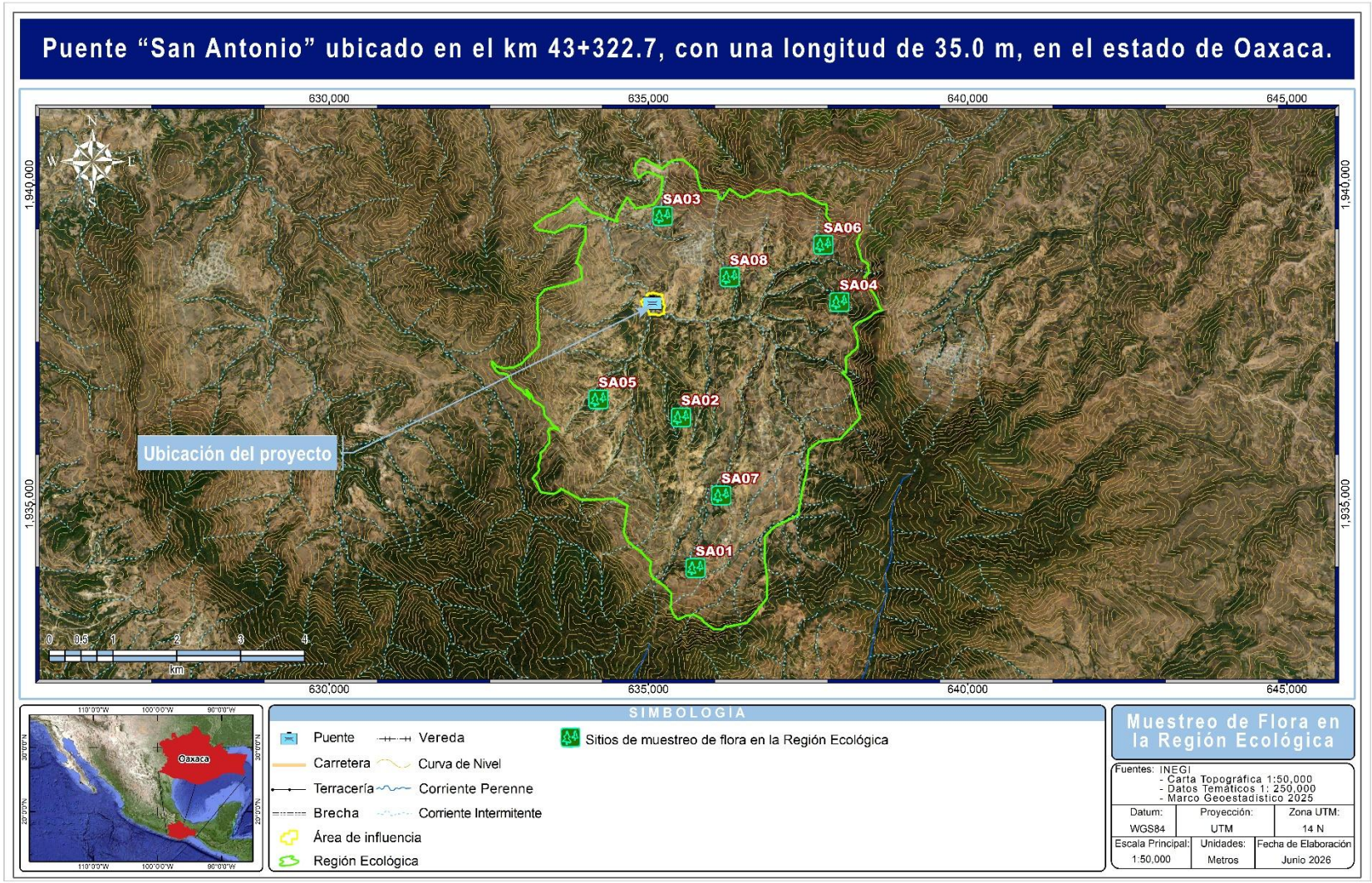
Fotografía III. 6 Uso de dron para prospección de campo




Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

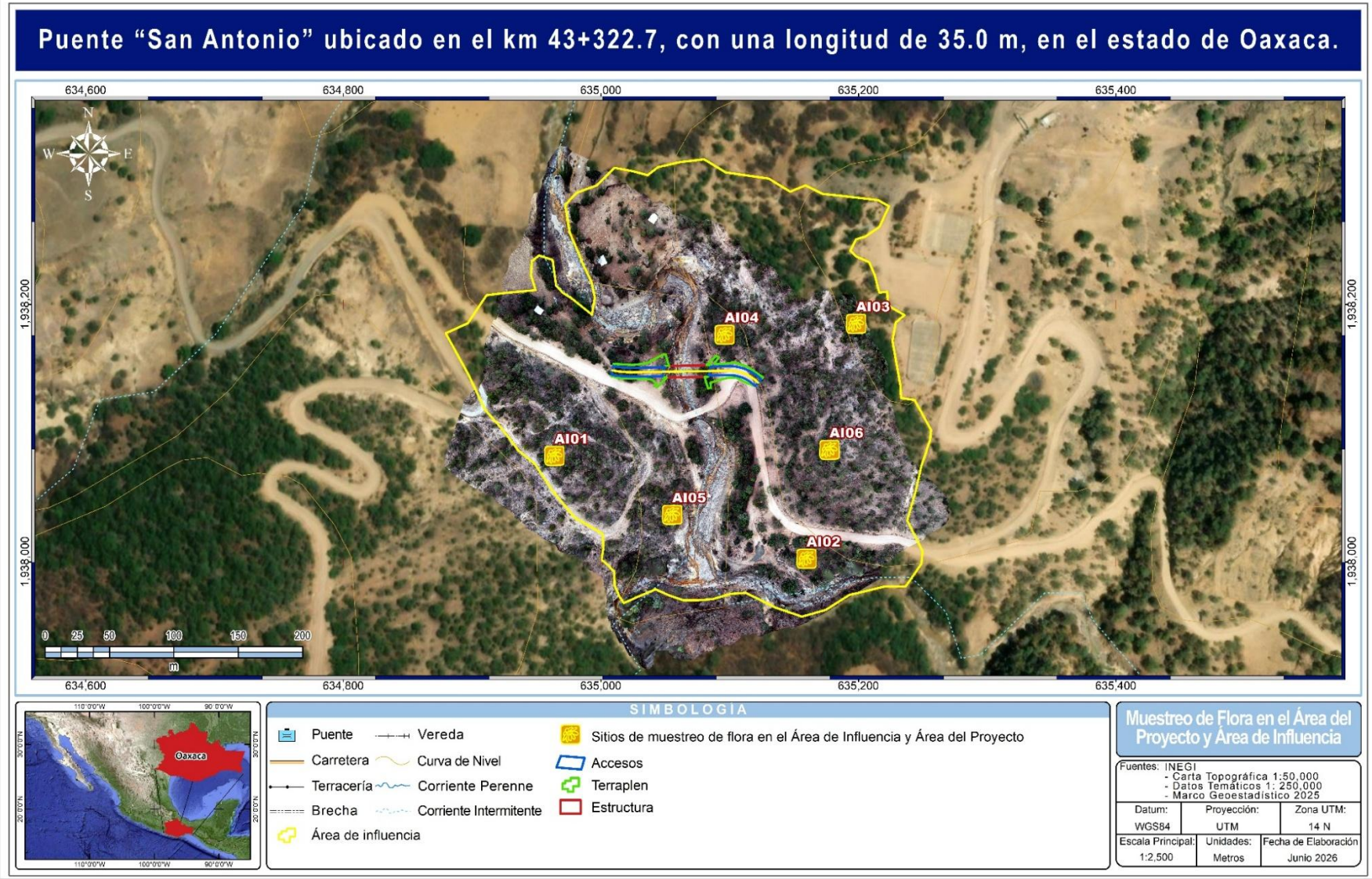
A continuación, se muestra la distribución de los sitios de muestreo dentro de la Región Ecológica, área de influencia y el área del proyecto.

Imagen III. 42 Sitios de Muestreo de Flora en la RE



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 43 Sitios de Muestreo de Flora en Área del proyecto y área de influencia



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

III.2.2.1.5. Análisis de datos

Con base a los datos recopilados en campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VII escala 1:250 000, se determinó que los tipos de usos de suelo y vegetación presentes en la Región Ecológica son los siguientes:

Pastizal

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

Estos se encuentran distribuidos en la RE de la siguiente manera:

Tabla III. 31 Uso de suelo y vegetación en la RE observado en campo

REGIÓN ECOLÓGICA USV OBSERVADO EN CAMPO			
Clave	**Descripción**	**Área (Ha)**	**Área (%)**
PI	Pastizal inducido	1017.78	38.96%
TA	Agricultura de temporal anual	339.91	13.01%
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1022.32	39.13%
AH	Asentamientos humanos	232.43	8.90%
	Total	**2,612.44**	**100.00%**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

A continuación, se realiza una descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación con vocación forestal encontrados dentro de la Región Ecológica que se verán influenciados por el proyecto, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VII:

Pastizal inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2 800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca, Muhlenbergia, Stipa y Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Por debajo de los 3 000 m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los bosques de encino y pino son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima. Entre los géneros a los que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon, Aristida, Bouteloua, Bromus, Deschampsia, Hilaria, Muhlenbergia, Stipa, Trachypogon y Trisetum.*

Menos frecuentes o quizá menos fáciles de identificar son los pastizales originados a expensas de matorrales xerófilos y aun de otros pastizales. Del Valle de México se describen comunidades de este tipo, que en general son bajas y muchas veces abiertas, incluyen un gran número de gramíneas anuales. Los géneros *Buchloë, Erioneuron, Aristida, Lycurus y Bouteloua* contienen con frecuencia las especies dominantes. Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente

pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbáceo no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses.

Las especies dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua, Cathestecum, Hilaria, Trachypogon y Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas. Otra comunidad de origen análogo es la que prospera principalmente del lado del Golfo de México en zonas húmedas, en el que la vegetación clímax, corresponde al Bosque Mesófilo de Montaña, casi siempre sobre laderas muy empinadas de las sierras. A diferencia del pastizal anterior, éste permanece verde durante todo el año, pero de igual manera se mantiene bastante bajo. En general cubre densamente el suelo, pero por lo común da la impresión de estar sobrepastoreado. Las gramíneas más comunes pertenecen aquí a los géneros *Axonopus, Digitaria y Paspalum*. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Erioneuron pulchellum* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex, Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp.* (Zacate cadillo o Roseta), *Lycurus phleoides, Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

Fotografía III. 7 Pastizal inducido en el área del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Bosque de Encino

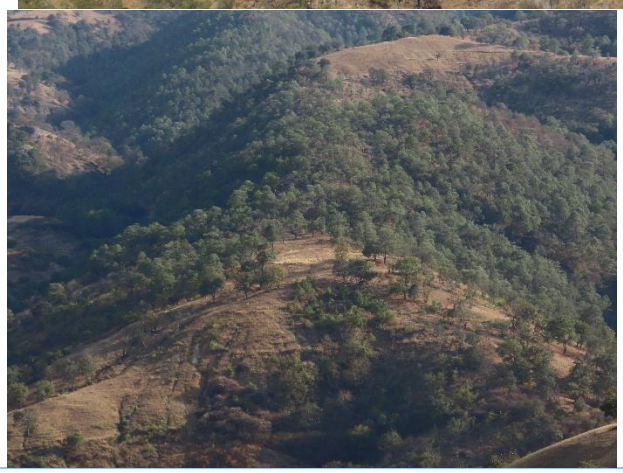
Comunidades vegetales distribuidas en los macizos montañosos de México, en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, Sierra Norte de Oaxaca en los estados de Baja California, Baja California Sur, Nuevo León, Veracruz, Oaxaca, Michoacán México, Jalisco, Guerrero, entre otros, a excepción de la península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que va de los 10 a 26° c. y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Preferentemente se encuentra sobre la exposición norte y oeste, pero se le puede encontrar en otras. Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género Quercus (más de 200 especies en México); estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, el tamaño varía desde los 4 hasta los 30 m de altura desde abiertos a muy densos. En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (Quercus laurina), encino nopis (Q. magnoliifolia), encino blanco (Q. candicans), roble (Q. crassifolia), encino quebracho (Q. rugosa), encino tesmolillo (Q. crassipes), encino cucharo (Q. urbanii), charrasquillo (Q. microphylla), encino colorado (Q. castanea), encino prieto (Q. laeta), laurelillo (Q. mexicana), Q. glaucoides, Q. scytophylla y en zona tropicales Quercus oleoides. Son arboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a mayo.

Dentro de la Región Ecológica regional podemos también encontrar su estad sucesional de vegetación secundaria, esto quiere decir que Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea, específicamente:

Fotografía III. 8 Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en la RE.







Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Agricultura de temporal anual (TA)

Es aquella superficie que el suelo es utilizado para cultivos agrícolas que se realiza con agua de lluvia, es decir, su éxito depende de la precipitación y la capacidad del suelo para retener humedad. Los factores son muy variables a través de las regiones y los años, por lo que el agricultor de temporal, ante la incertidumbre sobre los resultados a obtener, decide invertir lo mínimo indispensable creando condiciones de baja productividad y aumentando los riesgos de pérdida, desperdiciando años con condiciones de buena precipitación y, lo que es más grave, reafirmando la creencia generalizada de que la agricultura de temporal es improductiva. La duración del ciclo de cultivo es generalmente menor a un año. Se presentan en la RE, bajo los siguientes tiempos de duración:

Anuales: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo. (TA)

Fotografía III. 9 Agricultura de temporal anual en la RE.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Asentamientos humanos (AH)

Corresponde a las superficies ocupadas por infraestructura urbana y rural destinada a vivienda, servicios, comercio, industria y equipamiento. Esta categoría integra ciudades, localidades, zonas habitacionales, fraccionamientos, parques industriales, instalaciones de servicios, así como la red de infraestructura asociada (vialidades, patios, explanadas y otras áreas urbanizadas). En términos de clasificación cartográfica, la Serie VII considera esta clase cuando el elemento construido constituye la cobertura dominante del terreno, implicando la sustitución prácticamente total de la vegetación natural o agrícola original y reflejando un alto grado de transformación antrópica del paisaje.

Fotografía III. 10 Asentamientos humanos en la RE.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

III.2.2.1.6. Composición florística

Con la finalidad de conocer la composición florística del proyecto, se realizaron 14 sitios de muestreo en los distintos usos de suelo y vegetación presentes en el área del proyecto y para realizar la comparativa también se muestreo el mismo número de sitios en la Región Ecológica. El acumulado de los mismos se muestra a continuación por estratos.

Tabla III. 32 Resultados del muestreo de flora para el estrato arbóreo

Sitio	Nombre científico	Nombre común	No. individuos	Fr	Altura (m)	Diámetro (cm)	Diámetro (m)	NOM-059-SEMARNAT-2010
AI01	*Juniperus flaccida*	Enebro triste	1	1	11.00	21.00	0.21	-
AI01	*Pinus teocote*	Pino Azteca	2	1	25.00	32.00	0.32	-
AI01	*Pinus leiophylla*	Pino chimonque	1	1	13.00	33.00	0.33	-
AI02	*Quercus obtusa*	Encino blanco	2	1	9.00	23.00	0.23	-
AI02	*Pinus leiophylla*	Pino chimonque	1	1	7.00	24.00	0.24	-
AI02	*Quercus crassifolia*	Encino Colorado	2	1	17.00	32.00	0.32	-
AI03	*Juniperus flaccida*	Enebro triste	2	1	13.00	29.00	0.29	-
AI03	*Pinus teocote*	Pino Azteca	2	1	18.00	35.00	0.35	-
AI03	*Quercus crassipes*	Encino tesmolillo	2	1	7.00	21.00	0.21	-
AI04	*Quercus crassifolia*	Encino Colorado	1	1	21.00	30.00	0.30	-
AI04	*Quercus crassipes*	Encino tesmolillo	1	1	13.00	29.00	0.29	-
AI05	*Juniperus flaccida*	Enebro triste	2	1	9.00	23.00	0.23	-
AI05	*Pinus teocote*	Pino Azteca	3	1	20.00	35.00	0.35	-
AI05	*Pinus leiophylla*	Pino chimonque	2	1	13.00	35.00	0.35	-
AI06	*Quercus obtusa*	Encino blanco	1	1	17.00	37.00	0.37	-
AI06	*Pinus teocote*	Pino Azteca	2	1	8.00	25.00	0.25	-
AI06	*Pinus leiophylla*	Pino chimonque	1	1	14.00	31.00	0.31	-
SA01	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1	1	18.00	42.00	0.42	-
SA01	*Juniperus flaccida*	Enebro triste	2	1	7.00	21.00	0.21	-
SA01	*Quercus crassifolia*	Encino Colorado	2	1	15.00	34.00	0.34	-
SA01	*Quercus crassipes*	Encino tesmolillo	1	1	9.00	25.00	0.25	-
SA02	*Vauquelinia australis*	Quebracho	2	1	11.00	29.00	0.29	-
SA02	*Pinus teocote*	Pino Azteca	2	1	19.00	31.00	0.31	-
SA02	*Pinus leiophylla*	Pino chimonque	2	1	15.00	36.00	0.36	-
SA02	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	1	1	7.00	22.00	0.22	-
SA03	*Quercus obtusa*	Encino blanco	1	1	8.00	21.00	0.21	-
SA03	*Quercus crassifolia*	Encino Colorado	3	1	7.00	21.00	0.21	-
SA03	*Ipomoea murucoides*	Cazahuate	2	1	23.00	35.00	0.35	-
SA04	*Arbutus xalapensis*	Madroño	1	1	19.00	35.00	0.35	-
SA04	*Juniperus flaccida*	Enebro triste	2	1	9.00	25.00	0.25	-
SA04	*Pinus pseudostrobus*	Pino lacio	2	1	21.00	33.00	0.33	-
SA04	*Pinus teocote*	Pino Azteca	2	1	15.00	33.00	0.33	-
SA05	*Vauquelinia australis*	Quebracho	1	1	20.00	33.00	0.33	-
SA05	*Pinus teocote*	Pino Azteca	2	1	7.00	17.00	0.17	-
SA05	*Pinus leiophylla*	Pino chimonque	2	1	8.00	17.00	0.17	-
SA05	*Quercus crassipes*	Encino tesmolillo	1	1	13.00	35.00	0.35	-
SA06	*Juniperus flaccida*	Enebro triste	1	1	14.00	30.00	0.30	-

Sitio	Nombre científico	Nombre común	No. individuos	Fr	Altura (m)	Diámetro (cm)	Diámetro (m)	NOM-059-SEMARNAT-2010
SA06	*Quercus crassifolia*	Encino Colorado	2	1	17.00	38.00	0.38	-
SA06	*Ipomoea murucoides*	Cazahuate	2	1	11.00	27.00	0.27	-
SA07	*Quercus obtusa*	Encino blanco	2	1	20.00	32.00	0.32	-
SA07	*Pinus teocote*	Pino Azteca	2	1	9.00	25.00	0.25	-
SA07	*Quercus crassifolia*	Encino Colorado	3	1	10.00	29.00	0.29	-
SA08	*Pinus leiophylla*	Pino chimonque	1	1	22.00	31.00	0.31	-
SA08	*Quercus crassifolia*	Encino Colorado	2	1	15.00	34.00	0.34	-
SA08	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	1	1	8.00	23.00	0.23	-
SA08	*Quercus crassipes*	Encino tesmolillo	2	1	9.00	27.00	0.27	-

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla III. 33 Resultados del muestreo de flora para el estrato arbustivo

Sitio	Nombre científico	Nombre común	No. individuos	Fr	Altura (m)	Diámetro de Copa 1 (m)	Diámetro de Copa 2 (m)	Promedio Diámetro	Cobertura (m^2)
AI01	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	2.00	1.00	1.70	1.50	1.90	1.70	2.27
AI01	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	1.00	1.00	1.20	1.30	1.30	1.30	1.33
AI02	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	2.00	1.00	1.50	1.10	1.50	1.30	1.33
AI02	*Malacomeles denticulata*	Tlaxistle	2.00	1.00	0.90	1.20	1.00	1.10	0.95
AI02	*Agave seemanniana*	Maguey tobalá	1.00	1.00	1.25	0.90	1.30	1.10	0.95
AI03	*Ageratina petiolaris*	Amargocilla	2.00	1.00	1.10	1.10	1.00	1.05	0.87
AI03	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	3.00	1.00	1.20	1.00	0.90	0.95	0.71
AI04	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	2.00	1.00	0.90	1.00	0.80	0.90	0.64
AI04	*Malacomeles denticulata*	Tlaxistle	2.00	1.00	0.90	1.10	0.90	1.00	0.79
AI04	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	1.00	1.00	0.90	1.10	1.20	1.15	1.04
AI05	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	3.00	1.00	1.40	1.30	1.10	1.20	1.13
AI05	*Agave seemanniana*	Maguey tobalá	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	0.79
AI06	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	3.00	1.00	0.70	1.20	0.70	0.95	0.71
AI06	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	3.00	1.00	0.80	1.10	1.00	1.05	0.87
AI06	*Ageratina petiolaris*	Amargocilla	2.00	1.00	1.30	1.00	1.20	1.10	0.95
AI06	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	2.00	1.00	0.80	1.00	1.20	1.10	0.95
SA01	*Arctostaphylos pungens*	Pingüica	2.00	1.00	1.20	1.00	1.20	1.10	0.95
SA01	*Asclepias angustifolia*	Algodoncillo de hojas delgadas	1.00	1.00	1.10	0.80	1.20	1.00	0.79
SA01	*Ageratina petiolaris*	Amargocilla	2.00	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	0.79
SA01	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	4.00	1.00	1.50	0.80	1.00	0.90	0.64
SA02	*Baccharis salicifolia*	Batamote	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	0.95
SA02	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	4.00	1.00	0.90	0.90	0.80	0.85	0.57
SA02	*Malacomeles denticulata*	Tlaxistle	3.00	1.00	1.50	1.10	1.30	1.20	1.13

Sitio	Nombre científico	Nombre común	No. individuos	Fr	Altura (m)	Diámetro de Copa 1 (m)	Diámetro de Copa 2 (m)	Promedio Diámetro	Cobertura (m²)
SA02	*Agave seemanniana*	Maguey tobalá	1.00	1.00	1.50	0.80	0.90	0.85	0.57
SA02	*Agave convallis*	Maguey jabalí	3.00	1.00	0.90	1.10	0.90	1.00	0.79
SA03	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	3.00	1.00	1.70	0.70	1.10	0.90	0.64
SA03	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	3.00	1.00	1.20	0.70	0.90	0.80	0.50
SA03	*Malacomeles denticulata*	Tlaxistle	2.00	1.00	1.10	0.90	0.80	0.85	0.57
SA03	*Agave angustiarum*	Cacaya	4.00	1.00	0.70	0.90	1.30	1.10	0.95
SA03	*Cestrum thyrsoideum*	Zapotillo	2.00	1.00	1.40	0.70	0.80	0.75	0.44
SA03	*Dalea zimapanica*	Dalea	3.00	1.00	0.90	1.20	0.70	0.95	0.71
SA04	*Arctostaphylos pungens*	Pingüica	1.00	1.00	1.70	1.30	1.30	1.30	1.33
SA04	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	1.00	1.00	1.10	1.10	1.20	1.15	1.04
SA04	*Ageratina petiolaris*	Amargocilla	4.00	1.00	0.95	0.70	1.10	0.90	0.64
SA04	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	3.00	1.00	0.95	1.20	0.80	1.00	0.79
SA04	*Agave seemanniana*	Maguey tobalá	1.00	1.00	0.80	1.00	1.20	1.10	0.95
SA05	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	2.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.64
SA05	*Ageratina petiolaris*	Amargocilla	3.00	1.00	1.70	0.80	1.10	0.95	0.71
SA05	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	2.00	1.00	1.30	1.20	1.20	1.20	1.13
SA06	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	3.00	1.00	1.30	1.10	1.10	1.10	0.95
SA06	*Malacomeles denticulata*	Tlaxistle	2.00	1.00	0.80	0.70	1.00	0.85	0.57
SA06	*Agave seemanniana*	Maguey tobalá	4.00	1.00	0.70	0.90	0.80	0.85	0.57
SA06	*Agave angustiarum*	Cacaya	3.00	1.00	1.50	1.50	1.00	1.25	1.23
SA07	*Arctostaphylos pungens*	Pingüica	2.00	1.00	1.40	1.30	0.70	1.00	0.79
SA07	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	1.00	1.00	0.90	0.80	0.90	0.85	0.57
SA07	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	2.00	1.00	0.75	0.70	1.10	0.90	0.64
SA08	*Arctostaphylos pungens*	Pingüica	1.00	1.00	1.20	0.90	1.00	0.95	0.71
SA08	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	3.00	1.00	1.80	1.90	1.30	1.60	2.01
SA08	*Loeselia mexicana*	Espinosilla	3.00	1.00	1.20	0.70	0.80	0.75	0.44
SA08	*Ageratina petiolaris*	Amargocilla	3.00	1.00	1.00	0.90	1.10	1.00	0.79
SA08	*Wigandia urens*	Chichicastle manso	2.00	1.00	0.80	1.00	1.10	1.05	0.87

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla III. 34 Resultados del muestreo de flora para el estrato herbáceo

Sitio	Nombre Científico	Nombre Común	No. Individuos	Altura promedio (cm)	N-S (cm)	E-O (cm)	Fr
AI01	*Bouteloua curtipendula*	Curtipendula	7	65	40	42	1
AI01	*Cuphea aequipetala*	Hierba del cáncer	4	26	28	39	1
AI01	*Cynodon dactylon*	Gallitos	4	66	52	25	1
AI01	*Dictyanthus reticulatus*	Bejuco oaxaqueño	2	94	48	57	1
AI01	*Physalis nicandroides*	Matapulgas	4	33	32	41	1
AI02	*Cosmos sulphureus*	Mirasol amarillo	2	54	35	25	1

Sitio	Nombre Científico	Nombre Común	No. Individuos	Altura promedio (cm)	N-S (cm)	E-O (cm)	Fr
AI02	*Crotalaria pumila*	Chipil	3	66	47	42	1
AI02	*Cuphea aequipetala*	Hierba del cáncer	4	39	20	24	1
AI02	*Ferocactus recurvus*	Biznaga de barril	1	55	26	35	1
AI02	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	7	28	32	52	1
AI02	*Salvia purpurea*	Salvia púrpura	1	45	50	56	1
AI03	*Cosmos sulphureus*	Mirasol amarillo	1	49	32	21	1
AI03	*Cynodon dactylon*	Gallitos	5	74	39	36	1
AI03	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	7	62	41	42	1
AI03	*Solanum lanceolatum*	Sosa	3	115	32	45	1
AI04	*Dictyanthus reticulatus*	Bejuco oaxaqueño	1	82	60	32	1
AI04	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	4	39	53	36	1
AI04	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	4	71	44	47	1
AI04	*Tithonia tubaeformis*	Gigantón	1	130	93	41	1
AI05	*Cynodon dactylon*	Gallitos	4	38	53	38	1
AI05	*Dictyanthus reticulatus*	Bejuco oaxaqueño	2	58	46	46	1
AI05	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	6	34	33	33	1
AI05	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	7	71	41	48	1
AI06	*Bouteloua curtipendula*	Curtipendula	7	53	46	34	1
AI06	*Cuphea aequipetala*	Hierba del cáncer	3	68	31	19	1
AI06	*Cynodon dactylon*	Gallitos	4	41	43	49	1
AI06	*Dictyanthus reticulatus*	Bejuco oaxaqueño	1	146	54	47	1
AI06	*Ferocactus recurvus*	Biznaga de barril	1	65	51	47	1
AI06	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	4	65	32	45	1
AI06	*Solanum lanceolatum*	Sosa	1	102	40	31	1
SA01	*Bouteloua curtipendula*	Curtipendula	2	44	37	45	1
SA01	*Cosmos sulphureus*	Mirasol amarillo	1	79	48	58	1
SA01	*Echinofossulocactus crispatus*	Biznaga ondulada crespada	1	62	45	39	1
SA01	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	4	58	44	42	1
SA01	*Muhlenbergia robusta*	Zacate de escobillas	3	58	78	54	1
SA01	*Salvia tiliifolia*	Salvia hoja de tilo	3	97	57	47	1
SA02	*Aldama excelsa*	Raíz del manso	3	48	62	40	1
SA02	*Crotalaria pumila*	Chipil	2	41	23	34	1
SA02	*Cuphea aequipetala*	Hierba del cáncer	4	23	24	23	1
SA02	*Mammillaria mystax*	Biznaga de la Mixteca	2	22	9	19	1
SA02	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	6	28	30	29	1
SA02	*Muhlenbergia robusta*	Zacate de escobillas	4	77	45	62	1
SA02	*Tagetes lucida*	Pericón	5	72	26	25	1
SA03	*Aldama excelsa*	Raíz del manso	1	120	43	46	1
SA03	*Clematis rhodocarpa*	Viejito	1	145	56	53	1
SA03	*Cosmos sulphureus*	Mirasol amarillo	1	106	57	22	1

Sitio	Nombre Científico	Nombre Común	No. Individuos	Altura promedio (cm)	N-S (cm)	E-O (cm)	Fr
SA03	*Cynodon dactylon*	Gallitos	9	27	38	43	1
SA03	*Gonolobus uniflorus*	Meloncillo	1	121	37	23	1
SA03	*Penstemon campanulatus*	Aretillo	2	53	37	56	1
SA03	*Salvia purpurea*	Salvia púrpura	3	69	29	32	1
SA03	*Sedum hemsleyanum*	Conchita	3	13	23	24	1
SA04	*Bouteloua curtipendula*	Curtipendula	7	61	35	49	1
SA04	*Bouvardia viminalis*	Trompetilla oaxaqueña	2	132	55	48	1
SA04	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	1	120	68	70	1
SA04	*Crotalaria pumila*	Chipil	1	46	38	35	1
SA04	*Dictyanthus reticulatus*	Bejuco oaxaqueño	1	101	34	58	1
SA04	*Ferocactus recurvus*	Biznaga de barril	1	68	35	42	1
SA04	*Gonolobus uniflorus*	Meloncillo	2	125	64	66	1
SA04	*Physalis nicandroides*	Matapulgas	3	53	18	30	1
SA05	*Brickellia scoparia*	Escobilla blanca	2	116	83	64	1
SA05	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	3	95	51	33	1
SA05	*Cosmos sulphureus*	Mirasol amarillo	2	116	31	51	1
SA05	*Crotalaria pumila*	Chipil	3	50	33	27	1
SA05	*Cynodon dactylon*	Gallitos	10	33	46	42	1
SA05	*Gonolobus uniflorus*	Meloncillo	2	106	28	42	1
SA05	*Mammillaria mystax*	Biznaga de la Mixteca	2	10	12	13	1
SA05	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	6	75	48	35	1
SA05	*Solanum lanceolatum*	Sosa	3	99	53	36	1
SA05	*Tagetes lucida*	Pericón	4	116	32	61	1
SA06	*Aldama excelsa*	Raíz del manso	2	111	25	55	1
SA06	*Cynodon dactylon*	Gallitos	10	30	33	45	1
SA06	*Dictyanthus reticulatus*	Bejuco oaxaqueño	2	100	73	54	1
SA06	*Echinofossulocactus crispatus*	Biznaga ondulada crespada	1	33	37	40	1
SA06	*Montanoa leucantha*	Talacao	1	120	103	55	1
SA06	*Tithonia tubaeformis*	Gigantón	2	105	59	77	1
SA07	*Aldama excelsa*	Raíz del manso	2	119	46	47	1
SA07	*Bouteloua curtipendula*	Curtipendula	6	73	37	25	1
SA07	*Brickellia scoparia*	Escobilla blanca	1	111	84	58	1
SA07	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	1	67	75	64	1
SA07	*Cosmos sulphureus*	Mirasol amarillo	3	116	51	55	1
SA07	*Crotalaria pumila*	Chipil	3	29	30	39	1
SA07	*Dictyanthus reticulatus*	Bejuco oaxaqueño	1	125	51	70	1
SA07	*Echinofossulocactus crispatus*	Biznaga ondulada crespada	1	27	25	21	1
SA07	*Gonolobus uniflorus*	Meloncillo	1	91	68	36	1
SA08	*Bouvardia viminalis*	Trompetilla oaxaqueña	2	73	40	65	1
SA08	*Cardiospermum halicacabum*	Bejuco tronador	1	109	64	49	1

Sitio	Nombre Científico	Nombre Común	No. Individuos	Altura promedio (cm)	N-S (cm)	E-O (cm)	Fr
SA08	*Clematis rhodocarpa*	Viejito	1	89	55	30	1
SA08	*Cosmos sulphureus*	Mirasol amarillo	4	82	57	32	1
SA08	*Mammillaria mystax*	Biznaga de la Mixteca	1	21	16	11	1
SA08	*Melinis repens*	Pasto africano rosado	6	72	21	51	1

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

III.2.2.1.7. Estructura de la vegetación

En el apartado anterior se nos muestra las variables principales evaluadas, con esta información y el uso de tablas dinámica de Excel, se obtuvo el número total de especies presentes, así como la densidad, frecuencias y promedio de cobertura, también se calculó la riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon-Wiener, índice de Simpson e índice de equidad de Pielou.

- **Valor de importancia.**

Parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad. El valor máximo es de 300%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia.

$$Valor\ de\ importancia = Densidad\ Relativa + Frecuencia\ Relativa + Dominancia\ Relativa$$

- **Índice de Shannon-Wiener**

El cálculo del índice de Shannon-Wiener para los diferentes estratos presentes en la RE, se llevó a cabo bajo los principios que definen dicho concepto, el cual ayuda a describir la diversidad de comunidades, así como para denotar cambios sesiónales.

El Índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, mediante la siguiente fórmula.

$$H = \sum Pi * \ln Pi$$

Dónde:

H= Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Pi= Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

LnPI= logaritmo natural de pi.

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que el procedimiento metodológico para la obtención del Índice de Shannon-Wiener se aplica el logaritmo natural (Ln) a la densidad relativa (pi) de cada una de las especies registradas para las comunidades, posteriormente al resultado anterior se multiplica por la densidad relativa de la especie (pi), obteniéndose con ello el valor de índice de Shannon-Wiener.

El Índice de Shannon-Wiener describe un parámetro de 0-5 donde 0 (Cero o nulo) refiere que dos individuos en el sitio pertenecen todos a la misma especie, mientras que 5 (máximo) indica que hay mayor diversidad de especies.

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H_{min} = 0; H_{max} = \ln S$$

Como **pi** es la proporción que hay de cada especie, su valor máximo es 1 y su mínimo se aproxima a 1. Para cualquier base al logaritmo de 1 es 0 y el Log de cualquier valor entre 0 y uno es negativo.

- **Equitatividad de Pielou**

Dentro de una comunidad el valor del índice de diversidad dependerá de la riqueza y la abundancia de especies. Sin embargo, para algunas aplicaciones puede interesar exclusivamente la regularidad o uniformidad con que los individuos están distribuidos dentro de las especies, y no tanto cuantas especies hay. Es posible calcular las medidas de uniformidad, también llamada en ocasiones similitud, de una comunidad mediante el llamado índice de Pielou:

$$Pielou\ J' = \frac{H}{\ln(s)}$$

Dónde:

J= Equitatividad de Pielou.

H = Índice de diversidad de Shannon.

Ln (S) = Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

Al igual que con la diversidad, el índice de uniformidad considera que todas las especies de la comunidad están representadas en la muestra. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

En resumen, para obtener la **equitatividad de Pielou** se divide el índice de Shannon-Wiener sobre el logaritmo natural (Ln) de la riqueza (S).

- **Índice de Simpson**

El índice de Simpson, indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra sea de la misma especie, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{s} n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Dónde:
S: es el número de especies.
N: es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas).
ni: es el número de ejemplares por especie.

III.2.2.1.8. Análisis de la vegetación

De los 14 sitios de muestreo evaluados, 8 corresponden a la RE y 6 al área del proyecto y área de influencia, se encontraron 2 tipo de vegetación esto de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI en su serie VII, por lo que los cálculos se realizaron para cada estrato

- **Área del proyecto y área de influencia del proyecto.**
  - Estrato arbóreo

Tabla III. 35 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbóreo en el área del proyecto y área de influencia del proyecto

No.	Especie	Densidad	Altura (m)	DAP (cm)	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	Juniperus flaccida	5.00	11.00	0.24	41.67	17.86	3.00	17.65	0.18	0.03	0.05	11.74	47.24	15.75
2	Pinus leiophylla	5.00	11.75	0.31	41.67	17.86	4.00	23.53	0.18	0.03	0.08	18.72	60.11	20.04
3	Pinus teocote	9.00	17.75	0.32	75.00	32.14	4.00	23.53	0.32	0.10	0.08	19.92	75.60	25.20
4	Quercus crassifolia	3.00	19.00	0.31	25.00	10.71	2.00	11.76	0.11	0.01	0.08	18.70	41.18	13.73
5	Quercus crassipes	3.00	10.00	0.25	25.00	10.71	2.00	11.76	0.11	0.01	0.05	12.46	34.94	11.65
6	Quercus obtusa	3.00	13.00	0.30	25.00	10.71	2.00	11.76	0.11	0.01	0.07	18.45	40.93	13.64
Total		28.00	82.50	1.73	233.33	100.00	17.00	100.00	1.00	0.20	0.40	100.00	300.00	100.0

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla III. 36 Relación de índices del estrato arbóreo

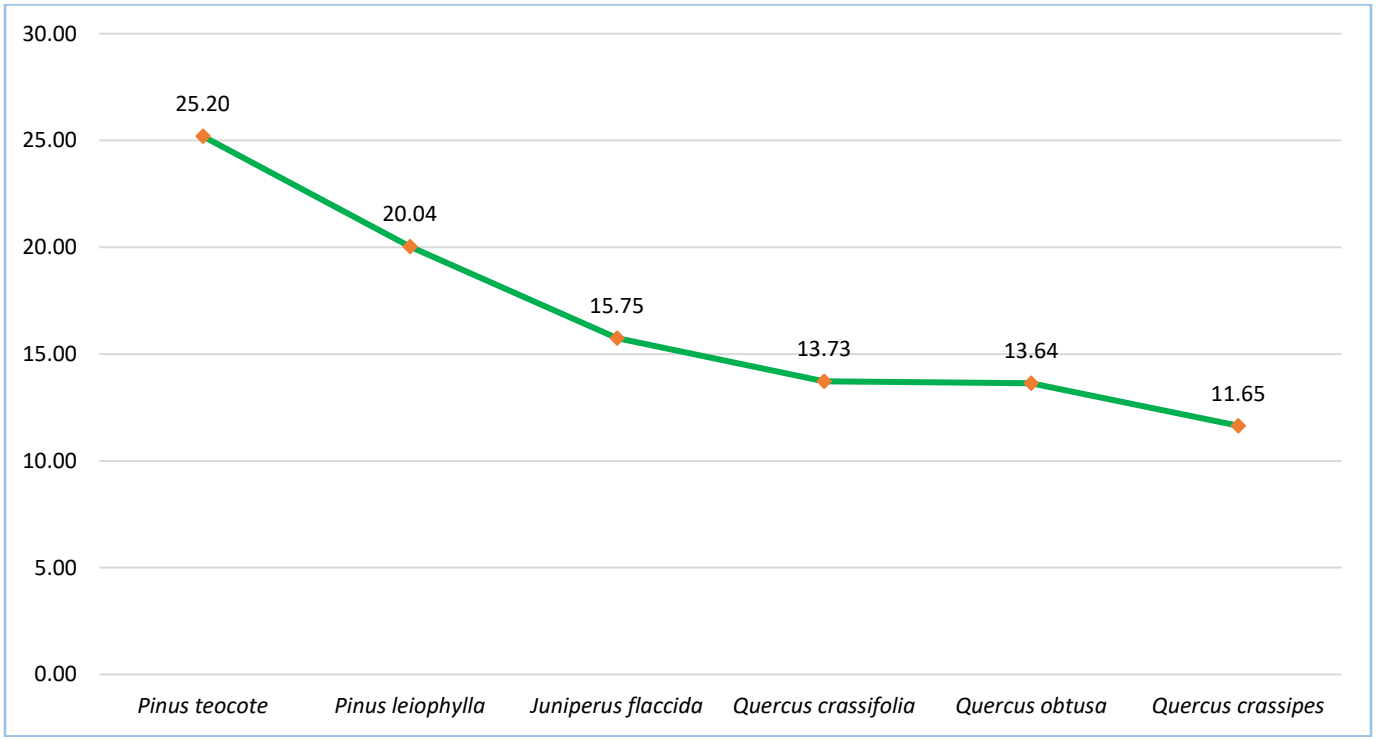
Riqueza específica (S)	6.00
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.70
Diversidad máxima (H max)	1.79
Equidad de Pielou (J)	0.95
Diferencia diversidad	0.09
índice de Simpson	0.80
Dominancia	0.20

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con los índices que se calcularon para el estrato arbóreo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- Los índices ecológicos obtenidos para el estrato arbóreo del área del proyecto indican una comunidad con riqueza específica moderada, integrada por seis especies (S = 6). El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H = 1.70) refleja una diversidad media, característica de comunidades donde varias especies participan de manera importante en la estructura del bosque.
- La diversidad máxima (Hmax = 1.79) y la equidad de Pielou (J = 0.95) muestran que los individuos se distribuyen de manera muy uniforme entre las especies presentes, lo que indica una comunidad bien equilibrada. La diferencia entre la diversidad observada y la máxima posible (0.09) confirma que la comunidad se encuentra muy cercana a alcanzar su diversidad potencial.
- El índice de Simpson (0.80) evidencia una diversidad relativamente alta, mientras que la dominancia (0.20) indica que ninguna especie concentra una proporción excesiva de individuos, permitiendo mantener una estructura arbórea estable y heterogénea.

Gráfica III. 7 IVIE del estrato arbóreo



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Respecto al análisis de estructura vertical podemos observar lo siguiente:

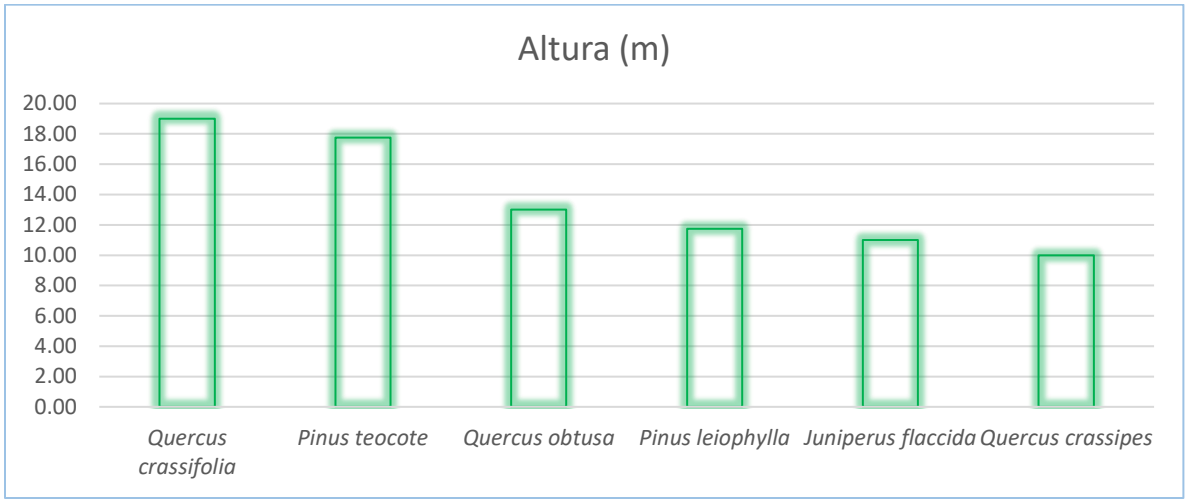
Tabla III. 37 Estructura vertical del estrato arbóreo.

Especie	Densidad	Altura (m)	DAP (m)	Estatus NOM-059-SEMARNAT
Quercus crassifolia	3.00	19.00	0.31	-
Pinus teocote	9.00	17.75	0.32	-
Quercus obtusa	3.00	13.00	0.30	-
Pinus leiophylla	5.00	11.75	0.31	-
Juniperus flaccida	5.00	11.00	0.24	-
Quercus crassipes	3.00	10.00	0.25	-

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se precia *Quercus crassifolia* domina en cuestión de altura en el estrato en promedio sobrepasa los 15 metros de altura, es una especie característica de este ecosistema, y no se considera dentro de algún estatus conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Gráfica III. 8 Estructura vertical del estrato arbóreo.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026

- Estrato arbustivo

Tabla III. 38 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbustivo en el área del proyecto y área de influencia del proyecto

No.	Especie	Densidad	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	*Agave seemanniana*	2	16.67	6.67	2	14.29	0.07	0.004	0.87	17.08	38.04	12.68
2	*Ageratina petiolaris*	4	33.33	13.33	2	14.29	0.13	0.018	0.91	17.88	45.49	15.16
3	*Brickellia veronicifolia*	7	58.33	23.33	3	21.43	0.23	0.054	1.26	24.75	69.51	23.17
4	*Loeselia mexicana*	8	66.67	26.67	4	28.57	0.27	0.071	1.05	20.70	75.94	25.31
5	*Malacomeles denticulata*	4	33.33	13.33	2	14.29	0.13	0.018	0.87	17.08	44.70	14.90
	Wigandia urens	7	58.33	23.33	3	21.43	0.23	0.054	1.00	19.60	64.36	21.45
	Total	30	250.00	100.00	14	100.00	1.00	0.22	5.08	100.00	300.00	100.00

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla III. 39 Relación de índices del estrato arbustivo

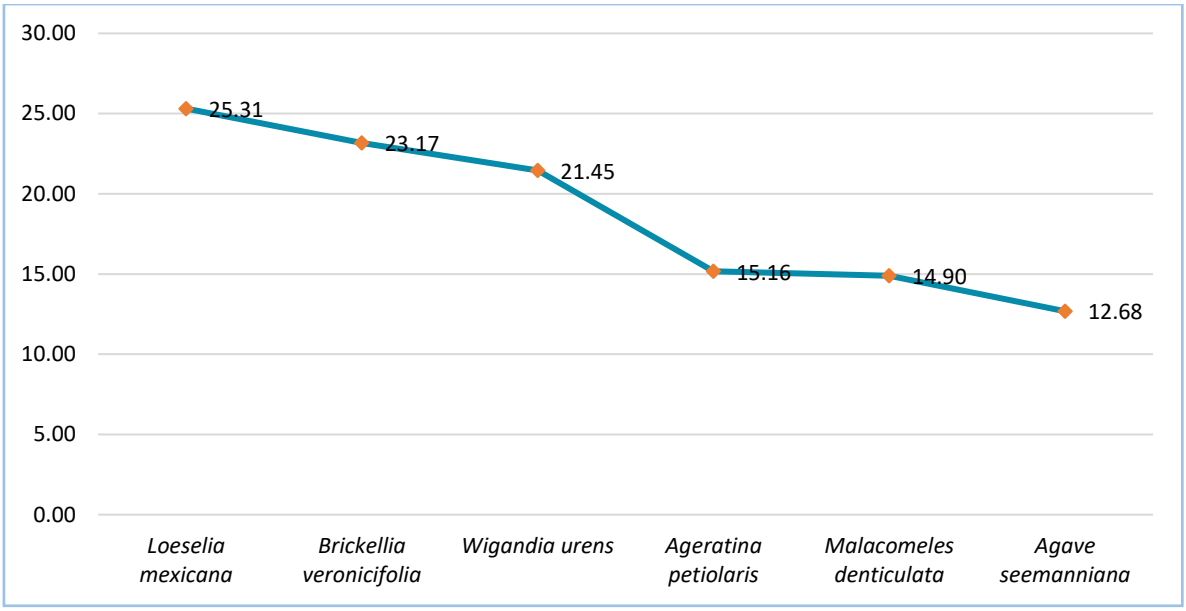
Riqueza específica (S)	1.57
Índice de Shannon-Wiener (H)	1.79
Diversidad máxima (H max)	0.88
Equidad de Pielou (J)	0.22
Diferencia diversidad	0.78
índice de Simpson	0.22
Dominancia	1.57

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con los índices que se calcularon para el estrato arbustivo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El estrato arbustivo presenta una riqueza de seis especies (S = 6). El índice de Shannon-Wiener (H = 1.57) indica una diversidad media, ligeramente inferior a la observada en el estrato arbóreo, pero representativa de una comunidad con una composición florística relativamente equilibrada.
- La diversidad máxima (Hmax = 1.79) y la equidad de Pielou (J = 0.88) muestran que las especies presentan una distribución bastante uniforme de sus abundancias. La diferencia de diversidad (0.22) indica que la comunidad conserva una diversidad cercana a su máximo potencial, aunque existe una ligera mayor representación de algunas especies.
- El índice de Simpson (0.78) señala una diversidad moderadamente alta y la dominancia (0.22) refleja una ligera tendencia hacia el predominio de determinadas especies arbustivas, sin que éstas lleguen a dominar ampliamente la comunidad.

Gráfica III. 9 IVIE del estrato arbustivo



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Respecto al análisis de estructura vertical podemos observar lo siguiente:

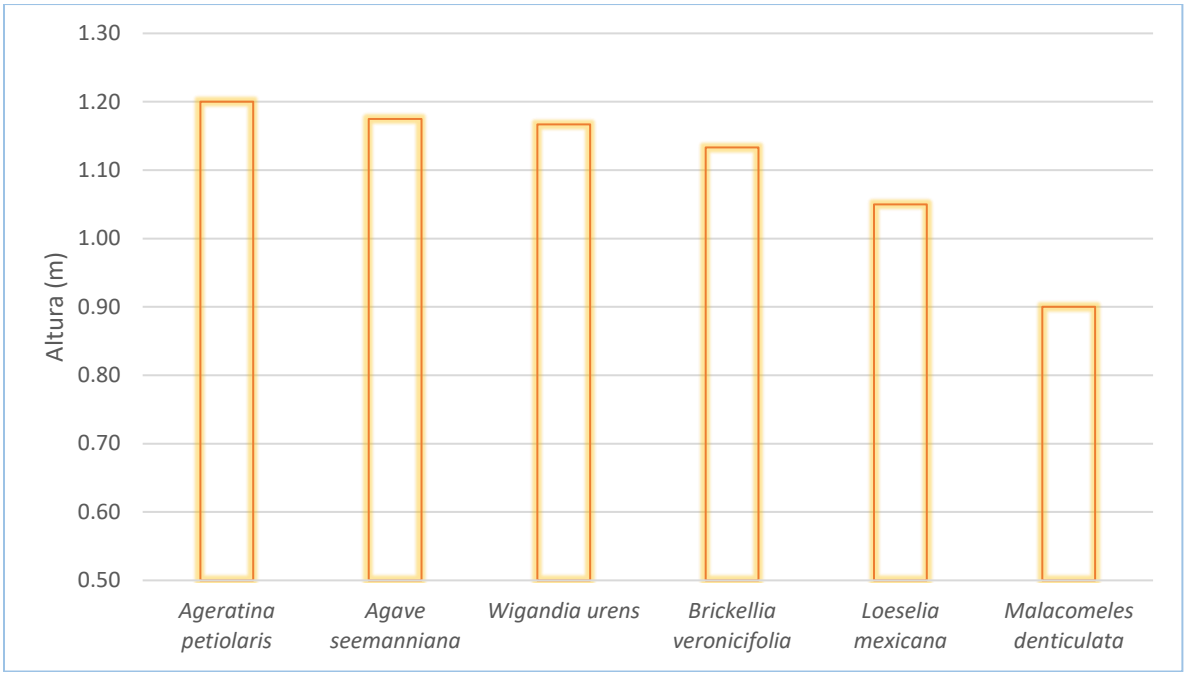
Tabla III. 40 Estructura vertical del estrato arbustivo.

Especie	Densidad	Altura promedio (m)	Cobertura Promedio (m)	Estatus NOM-059
Ageratina petiolaris	4	1.20	0.91	-
Agave seemanniana	2	1.18	0.87	-
Wigandia urens	7	1.17	1.00	-
Brickellia veronicifolia	7	1.13	1.26	-
Loeselia mexicana	8	1.05	1.05	-
Malacomeles denticulata	4	0.90	0.87	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se aprecia *Ageratina petiolaris* domina ampliamente en la estructura vertical, sobrepasando en promedio los 1.20 metros de altura.

Gráfica III. 10 Estructura vertical del estrato arbustivo.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026

- Estrato herbáceo

Tabla III. 41 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato herbáceo en el área del proyecto y área de influencia del proyecto

No.	Especie	Densidad	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	*Bouteloua curtipendula*	14	23,333.33	13.33	2	6.67	0.13	0.02	0.16	6.96	26.96	8.99
2	*Cosmos sulphureus*	3	5,000.00	2.86	2	6.67	0.03	0.00	0.08	3.32	12.84	4.28
3	*Crotalaria pumila*	3	5,000.00	2.86	1	3.33	0.03	0.00	0.20	8.47	14.66	4.89
4	*Cuphea aequipetala*	11	18,333.33	10.48	3	10.00	0.10	0.01	0.07	3.09	23.57	7.86
5	*Cynodon dactylon*	17	28,333.33	16.19	4	13.33	0.16	0.03	0.17	7.32	36.84	12.28
6	*Dictyanthus reticulatus*	6	10,000.00	5.71	4	13.33	0.06	0.00	0.23	9.98	29.03	9.68
7	*Eragrostis intermedia*	10	16,666.67	9.52	2	6.67	0.10	0.01	0.15	6.43	22.62	7.54
8	*Ferocactus recurvus*	2	3,333.33	1.90	2	6.67	0.02	0.00	0.17	7.09	15.66	5.22
9	*Melinis repens*	29	48,333.33	27.62	5	16.67	0.28	0.08	0.18	7.60	51.89	17.30
10	*Physalis nicandroides*	4	6,666.67	3.81	1	3.33	0.04	0.00	0.13	5.63	12.77	4.26
11	*Salvia purpurea*	1	1,666.67	0.95	1	3.33	0.01	0.00	0.28	12.01	16.30	5.43
12	*Solanum lanceolatum*	4	6,666.67	3.81	2	6.67	0.04	0.00	0.13	5.75	16.22	5.41
13	*Tithonia tubaeformis*	1	1,666.67	0.95	1	3.33	0.01	0.00	0.38	16.36	20.64	6.88
Total		105	175,000.00	100.00	30	100.00	1.00	0.15	2.33	100.00	300.00	100.00

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla III. 42 Relación de índices del estrato herbáceo

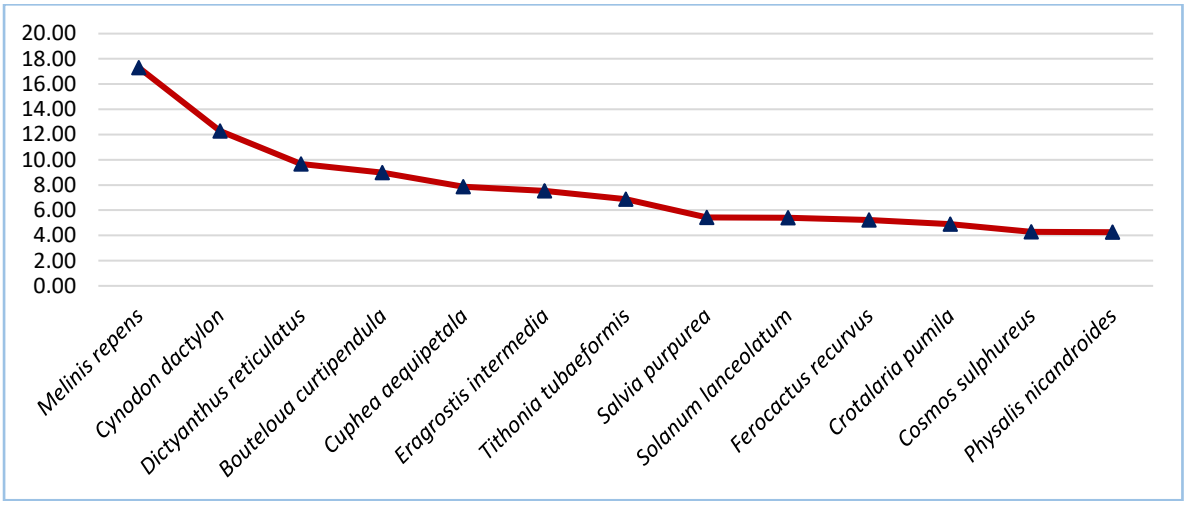
Riqueza específica (S)	13.00
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.16
Diversidad máxima (H max)	2.56
Equidad de Pielou (J)	0.84
Diferencia diversidad	0.41
índice de Simpson	0.85
Dominancia	0.15

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con los índices que se calcularon para el estrato arbóreo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El estrato herbáceo constituye el componente florístico más diverso dentro del área del proyecto, registrando 13 especies (S = 13). El índice de Shannon-Wiener (H = 2.16) evidencia una diversidad alta, superior a la observada en los estratos arbóreo y arbustivo.
- La diversidad máxima (Hmax = 2.56) y la equidad de Pielou (J = 0.84) muestran que la abundancia de individuos se distribuye de manera relativamente uniforme entre las especies presentes. La diferencia de diversidad (0.41) indica que la comunidad mantiene una elevada diversidad, aunque aún se encuentra ligeramente por debajo de su máximo potencial.
- El índice de Simpson (0.85) confirma una alta diversidad específica, mientras que la dominancia (0.15) evidencia que ninguna especie sobresale ampliamente sobre las demás, favoreciendo una comunidad herbácea estructuralmente equilibrada,

Gráfica III. 11 IVIE del estrato herbáceo



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Respecto al análisis de estructura vertical podemos observar lo siguiente:

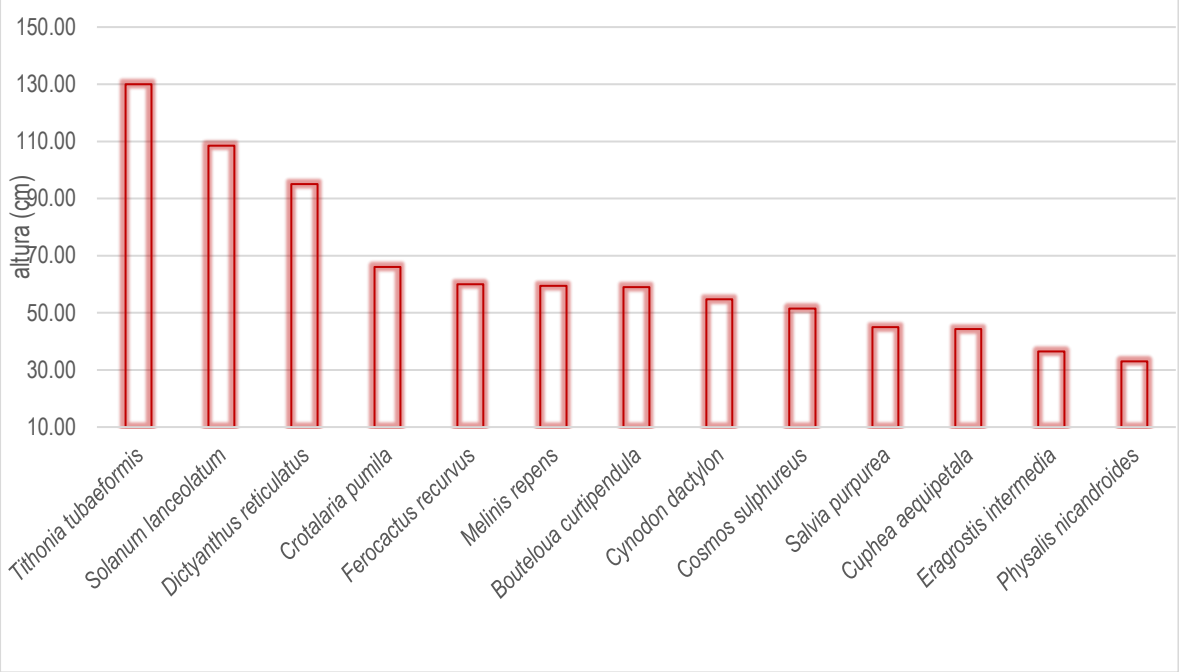
Tabla III. 43 Estructura vertical del estrato herbáceo.

Especie	Altura	Densidad	Cobertura promedio (m)	NOM-059-SEMARNAT
Tithonia tubaeformis	130.00	1.00	0.38	-
Solanum lanceolatum	108.50	4.00	0.13	-
Dictyanthus reticulatus	95.00	6.00	0.23	-
Crotalaria pumila	66.00	3.00	0.20	-
Ferocactus recurvus	60.00	2.00	0.17	-
Melinis repens	59.40	29.00	0.18	-
Bouteloua curtipendula	59.00	14.00	0.16	-
Cynodon dactylon	54.75	17.00	0.17	-
Cosmos sulphureus	51.50	3.00	0.08	-
Salvia purpurea	45.00	1.00	0.28	-
Cuphea aequipetala	44.33	11.00	0.07	-
Eragrostis intermedia	36.50	10.00	0.15	-
Physalis nicandroides	33.00	4.00	0.13	-

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se precia *Tithonia tubaeformis* domina ampliamente en la estructura vertical, sobrepasando en promedio los 130.00 metros de altura.

Gráfica III. 12 Estructura vertical del estrato arbustivo.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

- **Región ecológica**
- Estrato arbóreo

Tabla III. 44 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbóreo en la Región Ecológica

No.	Especie	Densidad	Altura (m)	DAP (cm)	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	*Arbutus xalapensis*	2	18.50	0.34	12.50	4.17	2	7.41	0.04	0.00	0.09	12.21	23.78	7.93
2	*Juniperus flaccida*	5	10.00	0.31	31.25	10.42	3	11.11	0.10	0.01	0.08	10.64	32.17	10.72
3	*Pinus pseudostrobus*	2	21.00	0.37	12.50	4.17	1	3.70	0.04	0.00	0.11	14.87	22.74	7.58
4	*Quercus obtusa*	3	14.00	0.33	18.75	6.25	2	7.41	0.06	0.00	0.09	11.92	25.58	8.53
5	*Vauquelinia australis*	3	15.50	0.32	18.75	6.25	2	7.41	0.06	0.00	0.08	10.78	24.43	8.14
6	*Quercus crassifolia*	12	12.80	0.27	75.00	25.00	5	18.52	0.25	0.06	0.06	8.42	51.94	17.31
7	*Quercus crassipes*	4	10.33	0.28	25.00	8.33	3	11.11	0.08	0.01	0.06	8.53	27.98	9.33
8	*Pinus teocote*	8	12.50	0.30	50.00	16.67	4	14.81	0.17	0.03	0.07	10.08	41.56	13.85
9	*Pinus leiophylla*	5	15.00	0.26	31.25	10.42	3	11.11	0.10	0.01	0.06	7.63	29.15	9.72
10	*Quercus castanea*	2	7.50	0.28	12.50	4.17	2	7.41	0.04	0.00	0.07	9.05	20.62	6.87
11	*Ipomoea murucoides*	4	17.00	0.27	25.00	8.33	2	7.41	0.08	0.01	0.06	8.09	23.83	7.94
Total		48	135.63	2.98	300.00	100.00	27	100.00	1.00	0.14	0.72	100.00	300.00	100.00

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla III. 45 Relación de índices del estrato arbóreo

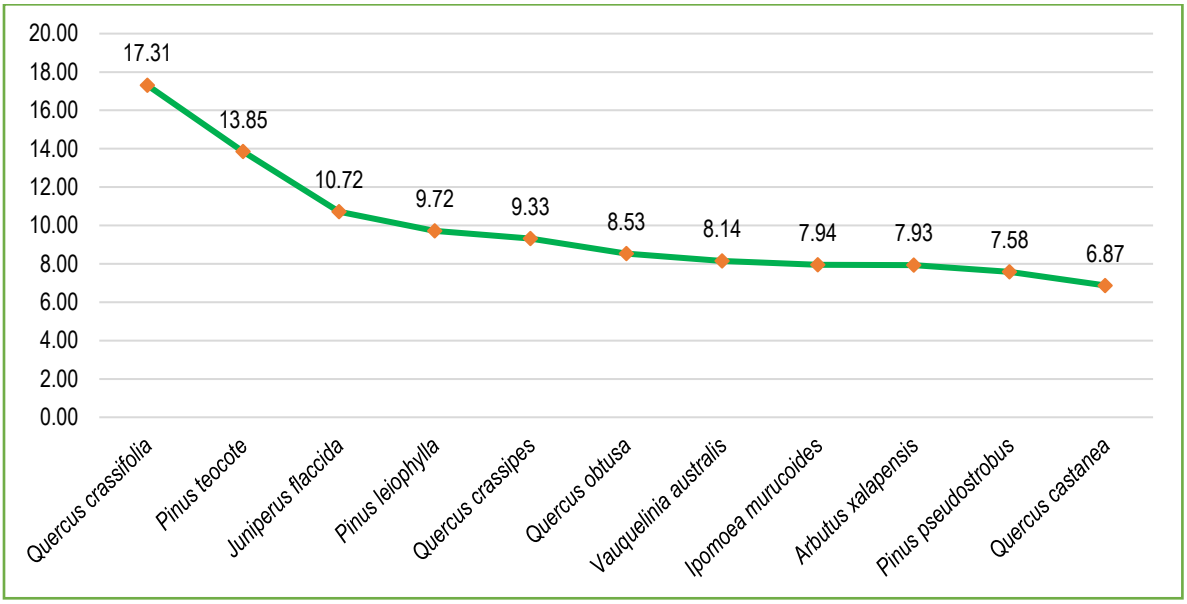
Riqueza específica (S)	11.00
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.14
Diversidad máxima (H max)	2.40
Equidad de Pielou (J)	0.89
Diferencia diversidad	0.26
índice de Simpson	0.86
Dominancia	0.14

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con los índices que se calcularon para el estrato arbóreo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El estrato arbóreo de la Región Ecológica presenta una riqueza específica de 11 especies, superior a la registrada en el área del proyecto, lo que refleja una comunidad florísticamente más diversa. El índice de Shannon-Wiener (H = 2.14) indica una diversidad alta, característica de comunidades forestales con una estructura más compleja.
- La diversidad máxima (Hmax = 2.40) y la equidad de Pielou (J = 0.89) muestran que la distribución de individuos entre las especies es bastante uniforme, indicando una comunidad bien estructurada. La diferencia de diversidad (0.26) señala que la comunidad se encuentra cercana a su diversidad máxima.
- El índice de Simpson (0.86) confirma una elevada diversidad específica y la dominancia (0.14) evidencia que ninguna especie presenta una representación excesiva dentro de la comunidad, favoreciendo una composición arbórea equilibrada.

Gráfica III. 13 IVIE del estrato arbóreo



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Respecto al análisis de estructura vertical podemos observar lo siguiente:

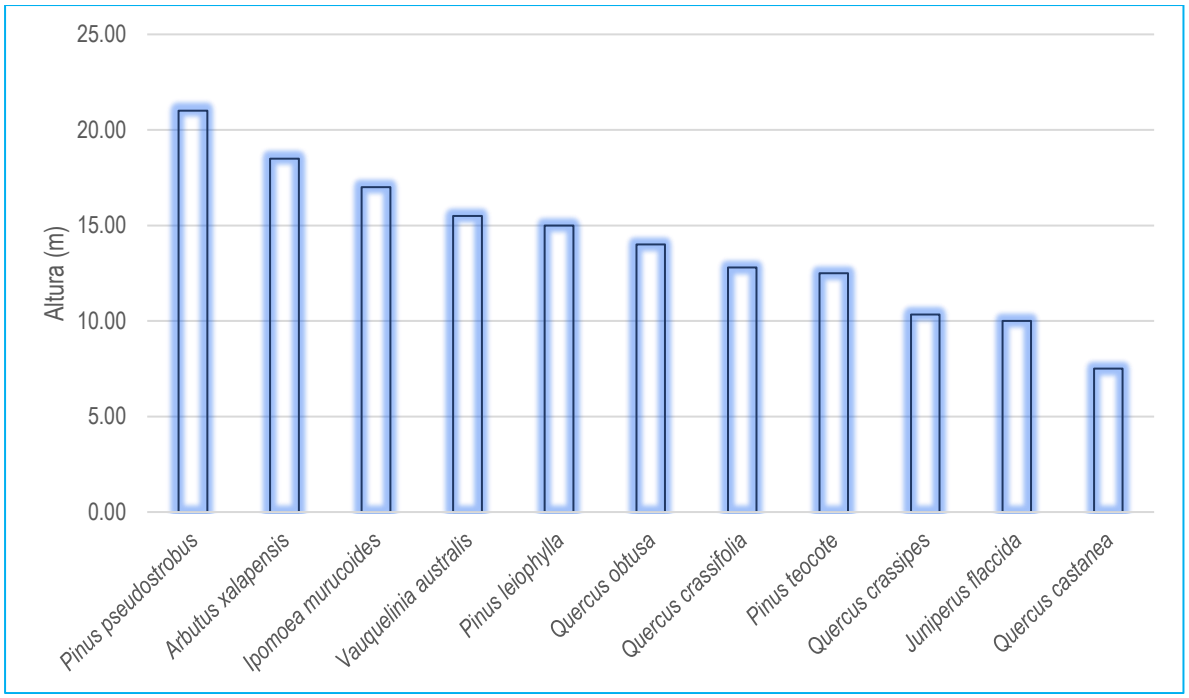
Tabla III. 46 Estructura vertical del estrato arbóreo.

Especie	Densidad	Altura (m)	DAP (m)	Estatus NOM-059-SEMARNAT
Pinus pseudostrobus	2	21.00	0.37	-
Arbutus xalapensis	2	18.50	0.34	-
Ipomoea murucoides	4	17.00	0.27	-
Vauquelinia australis	3	15.50	0.32	-
Pinus leiophylla	5	15.00	0.26	-
Quercus obtusa	3	14.00	0.33	-
Quercus crassifolia	12	12.80	0.27	-
Pinus teocote	8	12.50	0.30	-
Quercus crassipes	4	10.33	0.28	-
Juniperus flaccida	5	10.00	0.31	-
Quercus castanea	2	7.50	0.28	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se precia *Pinus pseudostrobus* domina ampliamente en la estructura vertical.

Gráfica III. 14 Estructura vertical del estrato arbóreo.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026

- Estrato arbustivo

Tabla III. 47 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato arbustivo en la Región Ecológica

No.	Especie	Densidad	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	*Agave angustiarum*	7	174.16	9.46	2	6.25	0.09	0.009	1.09	13.03	28.74	9.58
2	*Agave convallis*	3	74.64	4.05	1	3.13	0.04	0.002	0.79	9.40	16.58	5.53
3	*Agave seemanniana*	6	149.28	8.11	3	9.38	0.08	0.007	0.70	8.32	25.80	8.60
4	*Ageratina petiolaris*	12	298.57	16.22	4	12.50	0.16	0.026	0.73	8.72	37.44	12.48
5	*Arctostaphylos pungens*	6	149.28	8.11	4	12.50	0.08	0.007	0.94	11.28	31.89	10.63
6	*Asclepias angustifolia*	1	24.88	1.35	1	3.13	0.01	0.000	0.79	9.40	13.88	4.63
7	*Baccharis salicifolia*	1	24.88	1.35	1	3.13	0.01	0.000	0.95	11.37	15.85	5.28
8	*Brickellia veronicifolia*	11	273.69	14.86	5	15.63	0.15	0.022	0.96	11.54	42.03	14.01
9	*Cestrum thyrsoideum*	2	49.76	2.70	1	3.13	0.03	0.001	0.44	5.29	11.11	3.70
10	*Dalea zimapanica*	3	74.64	4.05	1	3.13	0.04	0.002	0.71	8.48	15.66	5.22
11	*Loeselia mexicana*	8	199.04	10.81	3	9.38	0.11	0.012	0.57	6.84	27.02	9.01
12	*Malacomeles denticulata*	7	174.16	9.46	3	9.38	0.09	0.009	0.76	9.04	27.87	9.29
13	*Wigandia urens*	17	422.97	22.97	6	18.75	0.23	0.053	0.81	9.72	51.44	17.15
	Total	74	1,841.16	100.00	32	100.00	1.00	0.138	8.36	100.00	300.00	100.00

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla III. 48 Relación de índices del estrato arbustivo

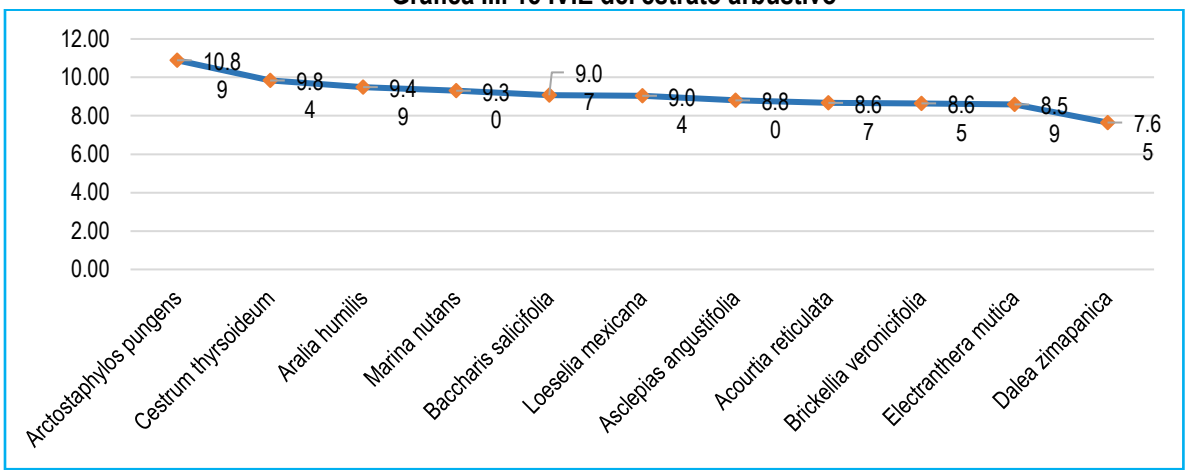
Riqueza específica (S)	13.00
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.13
Diversidad máxima (H max)	2.56
Equidad de Pielou (J)	0.83
Diferencia diversidad	0.43
índice de Simpson	0.86
Dominancia	0.14

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con los índices que se calcularon para el estrato arbustivo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El estrato arbustivo de la Región ecológica registra una riqueza de 13 especies, más del doble de las observadas en el área del proyecto. El índice de Shannon-Wiener (H = 2.13) indica una alta diversidad florística, propia de comunidades con una composición vegetal compleja.
- La diversidad máxima (Hmax = 2.56) y la equidad de Pielou (J = 0.83) muestran que las especies presentan una distribución relativamente uniforme de sus abundancias, aunque con una ligera tendencia hacia una mayor representación de algunas especies. La diferencia de diversidad (0.43) confirma que la comunidad mantiene una diversidad elevada.
- El índice de Simpson (0.86) refleja una alta diversidad específica, mientras que la dominancia (0.14) indica que no existe una especie claramente dominante dentro del estrato arbustivo.

Gráfica III. 15 IVIE del estrato arbustivo



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Respecto al análisis de estructura vertical podemos observar lo siguiente:

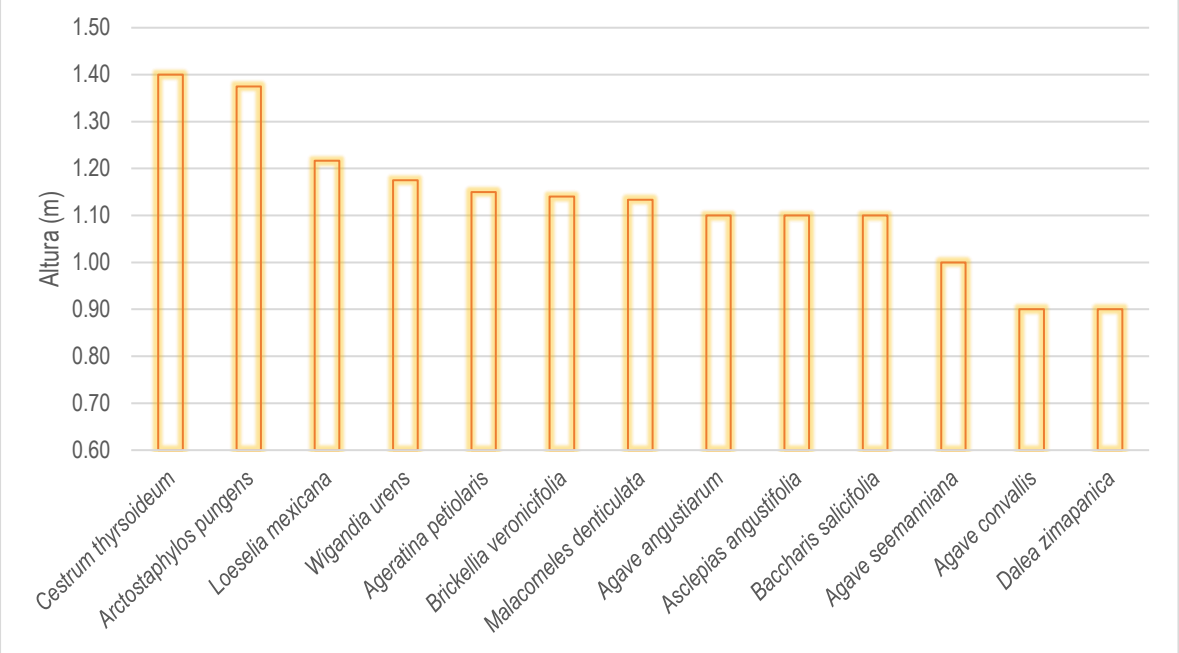
Tabla III. 49 Estructura vertical del estrato arbustivo.

Especie	Densidad	Altura promedio (m)	Cobertura Promedio (m)	Estatus NOM-059
Cestrum thyrsoideum	2.00	1.40	0.44	-
Arctostaphylos pungens	6.00	1.38	0.94	-
Loeselia mexicana	8.00	1.22	0.57	-
Wigandia urens	17.00	1.18	0.81	-
Ageratina petiolaris	12.00	1.15	0.73	-
Brickellia veronicifolia	11.00	1.14	0.96	-
Malacomeles denticulata	7.00	1.13	0.76	-
Agave angustiarum	7.00	1.10	1.09	-
Asclepias angustifolia	1.00	1.10	0.79	-
Baccharis salicifolia	1.00	1.10	0.95	-
Agave seemanniana	6.00	1.00	0.70	-
Agave convallis	3.00	0.90	0.79	
Dalea zimapanica	3.00	0.90	0.71	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se precia *Cestrum thyrsoideum* domina ampliamente en la estructura vertical, sobrepasando en promedio los 1.40 m de altura.

Gráfica III. 16 Estructura vertical del estrato arbustivo.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 20

- Estrato herbáceo

Tabla III. 50 Estimación del índice de valor de importancia ecológica (IVIE) para el estrato herbáceo en la Región Ecológica

No.	Especie	Densidad	Densidad (Ind/ha)	Densidad relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Abundancia Relativa (Pi)	Pi^2	Dominancia	Dominancia relativa	IVIE	IVIE %
1	Aldama excelsa	8	10,000	2.93	4	4.44	0.03	0.001	0.20	3.46	10.84	3.61
2	Bouteloua curtipendula	29	36,250	10.62	5	5.56	0.11	0.011	0.15	2.62	18.79	6.26
3	Bouvardia viminalis	4	5,000	1.47	2	2.22	0.01	0.000	0.26	4.54	8.23	2.74
4	Brickellia scoparia	3	3,750	1.10	2	2.22	0.01	0.000	0.51	8.82	12.14	4.05
5	Cardiospermum halicacabum	6	7,500	2.20	4	4.44	0.02	0.000	0.36	6.23	12.87	4.29
6	Clematis rhodocarpa	2	2,500	0.73	2	2.22	0.01	0.000	0.23	4.00	6.95	2.32
7	Cosmos sulphureus	14	17,500	5.13	7	7.78	0.05	0.003	0.17	2.92	15.82	5.27
8	Crotalaria pumila	12	15,000	4.40	5	5.56	0.04	0.002	0.12	2.13	12.08	4.03
9	Cuphea aequipetala	15	18,750	5.49	4	4.44	0.05	0.003	0.07	1.17	11.11	3.70
10	Cynodon dactylon	46	57,500	16.85	7	7.78	0.17	0.028	0.17	2.94	27.57	9.19
11	Dictyanthus reticulatus	10	12,500	3.66	7	7.78	0.04	0.001	0.27	4.65	16.09	5.36
12	Echinofossulocactus crispatus	3	3,750	1.10	3	3.33	0.01	0.000	0.13	2.17	6.60	2.20
13	Eragrostis intermedia	14	17,500	5.13	3	3.33	0.05	0.003	0.16	2.80	11.26	3.75
14	Ferocactus recurvus	3	3,750	1.10	3	3.33	0.01	0.000	0.16	2.76	7.19	2.40
15	Gonolobus uniflorus	6	7,500	2.20	4	4.44	0.02	0.000	0.22	3.77	10.41	3.47
16	Mammillaria mystax	5	6,250	1.83	3	3.33	0.02	0.000	0.02	0.29	5.46	1.82
17	Melinis repens	47	58,750	17.22	8	8.89	0.17	0.030	0.16	2.70	28.81	9.60
18	Montanoa leucantha	1	1,250	0.37	1	1.11	0.00	0.000	0.57	9.81	11.29	3.76
19	Muhlenbergia robusta	7	8,750	2.56	2	2.22	0.03	0.001	0.35	6.06	10.85	3.62
20	Penstemon campanulatus	2	2,500	0.73	1	1.11	0.01	0.000	0.21	3.59	5.43	1.81
21	Physalis nicandroides	7	8,750	2.56	2	2.22	0.03	0.001	0.09	1.60	6.39	2.13
22	Salvia purpurea	4	5,000	1.47	2	2.22	0.01	0.000	0.19	3.23	6.92	2.31
23	Salvia tiliifolia	3	3,750	1.10	1	1.11	0.01	0.000	0.27	4.64	6.85	2.28
24	Sedum hemsleyanum	3	3,750	1.10	1	1.11	0.01	0.000	0.06	0.96	3.17	1.06
25	Solanum lanceolatum	7	8,750	2.56	3	3.33	0.03	0.001	0.15	2.65	8.55	2.85
26	Tagetes lucida	9	11,250	3.30	2	2.22	0.03	0.001	0.13	2.25	7.77	2.59
27	Tithonia tubaeformis	3	3,750	1.10	2	2.22	0.01	0.000	0.42	7.24	10.56	3.52
Total		273	341,250	100.00	90	100.00	1.00	0.09	5.77	100.00	300.00	100.00

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla III. 51 Relación de índices del estrato arbustivo

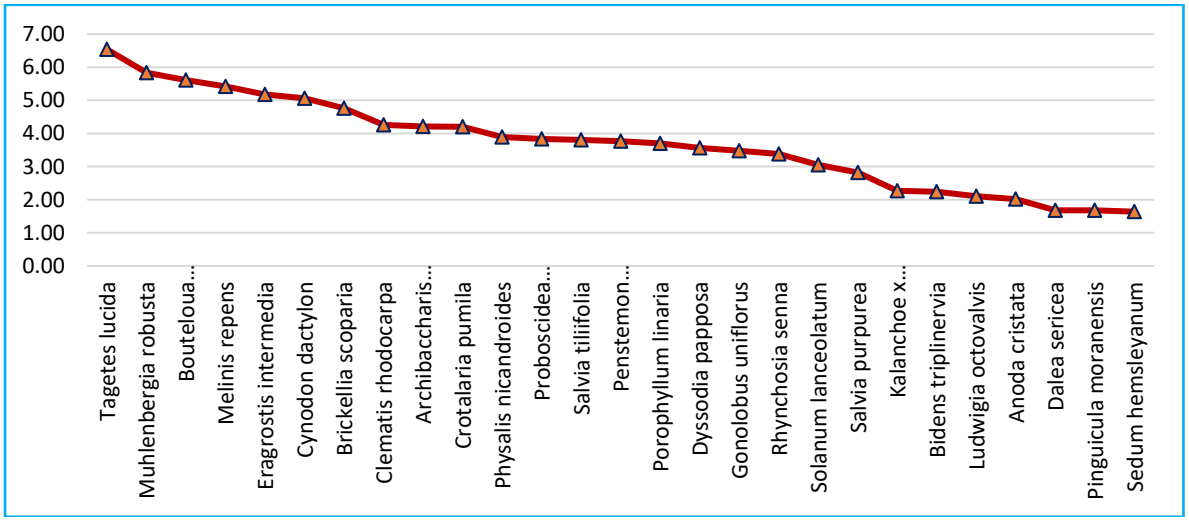
Riqueza específica (S)	27.00
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.82
Diversidad máxima (H max)	3.30
Equidad de Pielou (J)	0.85
Diferencia diversidad	0.48
índice de Simpson	0.91
Dominancia	0.09

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con los índices que se calcularon para el estrato herbáceo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El estrato herbáceo constituye el componente florístico más diverso de la Región Ecológica, registrando 27 especies (S = 27). El índice de Shannon-Wiener (H = 2.82) refleja una diversidad muy alta, característica de comunidades herbáceas bien desarrolladas y con elevada heterogeneidad florística.
- La diversidad máxima (Hmax = 3.30) y la equidad de Pielou (J = 0.85) indican que la abundancia de individuos se distribuye de manera relativamente uniforme entre las especies presentes. La diferencia de diversidad (0.48) muestra que la comunidad se aproxima a su máximo potencial de diversidad.
- El índice de Simpson (0.91) confirma una elevada diversidad específica, mientras que la dominancia (0.09) indica que ninguna especie sobresale ampliamente sobre las demás, favoreciendo una estructura comunitaria altamente equilibrada.

Gráfica III. 17 IVIE del estrato herbáceo



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Respecto al análisis de estructura vertical podemos observar lo siguiente:

Tabla III. 52 Estructura vertical del estrato herbáceo.

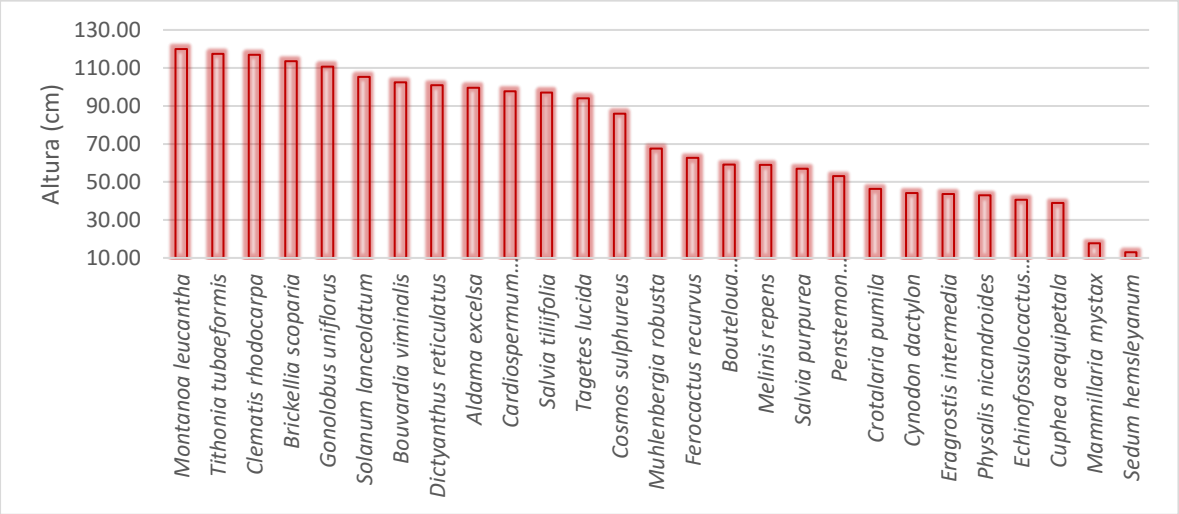
Especie	Altura(cm)	Densidad	Cobertura (m²)	NOM-059-SEMARNAT
Montanoa leucantha	120.00	1.00	0.57	-
Tithonia tubaeformis	117.50	3.00	0.42	-
Clematis rhodocarpa	117.00	2.00	0.23	-
Brickellia scoparia	113.50	3.00	0.51	-
Gonolobus uniflorus	110.75	6.00	0.22	-
Solanum lanceolatum	105.33	7.00	0.15	-
Bouvardia viminalis	102.50	4.00	0.26	-
Dictyanthus reticulatus	100.86	10.00	0.27	-
Aldama excelsa	99.50	8.00	0.20	-

Especie	Altura(cm)	Densidad	Cobertura (m²)	NOM-059-SEMARNAT
Cardiospermum halicacabum	97.75	6.00	0.36	-
Salvia tiliifolia	97.00	3.00	0.27	-
Tagetes lucida	94.00	9.00	0.13	-
Cosmos sulphureus	86.00	14.00	0.17	-
Muhlenbergia robusta	67.50	7.00	0.35	-
Ferocactus recurvus	62.67	3.00	0.16	-
Bouteloua curtipendula	59.20	29.00	0.15	-
Melinis repens	59.00	47.00	0.16	-
Salvia purpurea	57.00	4.00	0.19	-
Penstemon campanulatus	53.00	2.00	0.21	-
Crotalaria pumila	46.40	12.00	0.12	-
Cynodon dactylon	44.14	46.00	0.17	-
Eragrostis intermedia	43.67	14.00	0.16	-
Physalis nicandroides	43.00	7.00	0.09	-
Echinofossulocactus crispatus	40.67	3.00	0.13	-
Cuphea aequipetala	39.00	15.00	0.07	-
Mammillaria mystax	17.67	5.00	0.02	-
Sedum hemsleyanum	13.00	3.00	0.06	-

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se precia *Montanoa leucantha* domina ampliamente en la estructura vertical, sobrepasando en promedio los 120 cm de altura.

Gráfica III. 18Estructura vertical del estrato arbustivo.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Estrato arbóreo

La comparación entre ambas áreas muestra que la Región Ecológica presenta una mayor riqueza específica (11 especies) respecto al área del proyecto (6 especies). Esta diferencia se refleja en el incremento del índice de Shannon-Wiener de 1.70 a 2.14, indicando una comunidad con mayor diversidad florística. Aunque ambos sitios presentan una alta equidad (0.95 y 0.89), el área del proyecto muestra una distribución ligeramente más uniforme de las abundancias. Por su parte, el índice de Simpson aumenta de 0.80 a 0.86, mientras que la dominancia disminuye de 0.20 a 0.14, evidenciando que la RE posee una comunidad arbórea más diversa y con una menor concentración de individuos en especies particulares.

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo, la Región Ecológica registra una riqueza específica considerablemente mayor (13 especies) respecto al área del proyecto (6 especies). El índice de Shannon-Wiener aumenta de 1.57 a 2.13, lo que refleja una comunidad significativamente más diversa. Aunque la equidad de Pielou disminuye ligeramente de 0.88 a 0.83, ambos valores indican una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies registradas. Asimismo, el índice de Simpson incrementa de 0.78 a 0.86 y la dominancia disminuye de 0.22 a 0.14, indicando que la RE, presenta una estructura arbustiva más diversa y mejor equilibrada.

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo presenta las diferencias más notables entre ambas áreas. Mientras que el área del proyecto registra 13 especies, la Región ecológica alcanza 27 especies, lo que representa poco más del doble de riqueza florística. Este incremento se refleja en el aumento del índice de Shannon-Wiener de 2.16 a 2.82, del índice de Simpson de 0.85 a 0.91 y en la disminución de la dominancia de 0.15 a 0.09, evidenciando una comunidad herbácea más diversa, con una distribución más homogénea de los individuos y una estructura ecológica más compleja. La equidad de Pielou presenta valores muy similares (0.84 y 0.85), indicando que ambas comunidades mantienen una adecuada uniformidad en la distribución de sus especies.

En términos generales, la Región Ecológica presenta una mayor riqueza específica y una diversidad florística superior en los tres estratos evaluados, lo que refleja una comunidad vegetal más compleja y mejor estructurada que la observada en el área del proyecto. No obstante, el área del proyecto mantiene valores elevados de equidad de Pielou, particularmente en los estratos arbóreo y arbustivo, lo que indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies presentes. El estrato herbáceo constituye el componente con la mayor diversidad tanto en el área del proyecto como en la Región Ecológica, mientras que los estratos arbóreo y arbustivo de la RE, muestran incrementos importantes en riqueza específica y diversidad, acompañados de una menor dominancia. En conjunto, estos resultados sugieren que el área del proyecto conserva una estructura vegetal representativa del entorno regional, aunque la RE alberga comunidades con una mayor complejidad florística y un mayor potencial para mantener los procesos ecológicos y la biodiversidad de la región.

III.2.2.1.9. Justificación del número de sitios de muestreo

Con el propósito de determinar si el esfuerzo de muestreo realizado fue suficiente para caracterizar la composición florística del área de estudio, se empleó el método de **curvas de acumulación de especies**, ampliamente utilizado en estudios de biodiversidad para evaluar la representatividad del inventario biológico y la eficiencia del esfuerzo de muestreo.

Las curvas de acumulación de especies describen el incremento del número de especies registradas conforme aumenta el número de unidades de muestreo, permitiendo evaluar el grado en que el inventario representa la riqueza florística presente en el sitio. En términos generales, cuando la curva comienza a estabilizarse o alcanzar una asíntota, se considera que la incorporación de nuevas unidades de muestreo aporta un número reducido de especies adicionales, indicando que el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente para describir adecuadamente la comunidad vegetal.

El empleo de este método presenta diversas ventajas metodológicas, entre las que destacan:

- Permite evaluar objetivamente la suficiencia del esfuerzo de muestreo y la confiabilidad del inventario florístico.
- Facilita la comparación de la riqueza de especies entre diferentes comunidades vegetales o áreas de estudio.
- Proporciona una base estadística para determinar el número mínimo de sitios requeridos para caracterizar la biodiversidad del área de estudio.
- Reduce el sesgo asociado con inventarios incompletos, al identificar el punto en el que la incorporación de nuevos sitios genera incrementos mínimos en la riqueza observada.
- Permite estimar la riqueza potencial de especies presentes mediante estimadores no paramétricos, como Chao 1, Jackknife de primer y segundo orden, Bootstrap o ACE, cuando éstos son aplicables.

La curva de acumulación fue construida a partir de la presencia de especies registradas en cada uno de los sitios de muestreo mediante el programa **EstimateS versión 9.1.0**, utilizando un procedimiento de aleatorización de las unidades de muestreo para minimizar el efecto del orden de incorporación de las parcelas y obtener una estimación robusta de la riqueza acumulada.

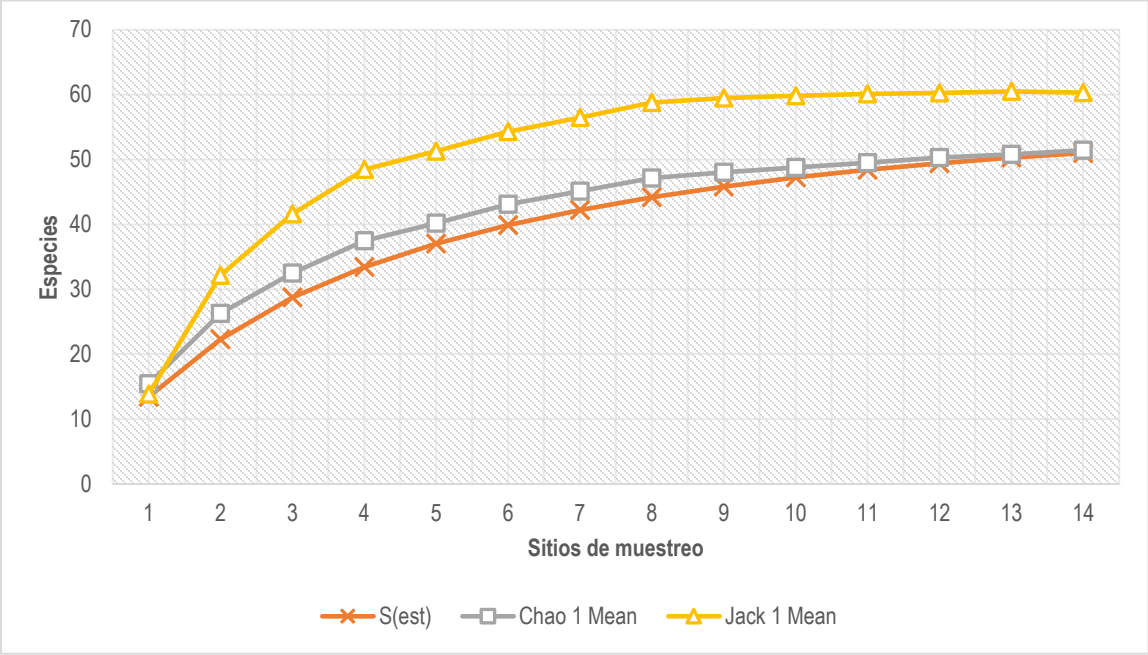
Como criterio de suficiencia del muestreo, se consideró que el número de sitios establecidos era representativo cuando la pendiente de la curva tendió a estabilizarse y el incremento en el número de especies por cada nueva unidad de muestreo fue mínimo, indicando que el inventario registró la mayor parte de la riqueza florística presente en el área evaluada.

En consecuencia, el número de sitios de muestreo establecidos se considera suficiente para caracterizar la composición y estructura de la vegetación presente en el área del proyecto y su Región Ecológica, proporcionando una base confiable para los análisis de diversidad, estructura de la comunidad y evaluación de los posibles impactos ambientales derivados del proyecto.

La aplicación de curvas de acumulación de especies constituye una metodología ampliamente aceptada en estudios de biodiversidad y evaluación ambiental, al proporcionar un criterio cuantitativo para justificar el esfuerzo de muestreo y respaldar la representatividad de los inventarios biológicos (Lamas et al., 1991; Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Moreno, 2001; Gotelli y Colwell, 2001; Villarreal et al., 2006).

La gráfica siguiente representan los resultados de dicha metodología utilizando los datos de ambos muestreos:

Gráfica III. 19 Curva de acumulación de especies.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

La curva de acumulación de especies se elaboró a partir de los registros florísticos obtenidos en los **14 sitios de muestreo**, considerando la riqueza acumulada promedio **S(est)** y los estimadores no paramétricos **Chao 1 Mean** y **Jackknife de primer orden (Jack 1 Mean)**. El propósito fue evaluar la representatividad del inventario y determinar si el esfuerzo de muestreo resultó suficiente para caracterizar la composición florística del área evaluada.

Durante los primeros sitios se observa un incremento pronunciado en el número de especies acumuladas. Entre los sitios 1 y 4, **S(est)** aumenta de aproximadamente 14 a 33 especies, **Chao 1 Mean** de 15 a 37 especies y **Jack 1 Mean** de 14 a 48 especies. Este comportamiento corresponde a la fase inicial del inventario, en la que cada nueva unidad de muestreo incorpora una proporción elevada de especies no registradas previamente.

A partir del quinto sitio, la pendiente de las curvas disminuye progresivamente. Para el sitio 8 se habían acumulado aproximadamente **44 especies según S(est)**, **47 especies mediante Chao 1 Mean** y cerca de **58 especies conforme a Jack 1 Mean**. Desde este punto, la incorporación de nuevos sitios produjo incrementos cada vez menores en la riqueza estimada, lo que evidencia una tendencia hacia la estabilización.

Al finalizar los 14 sitios de muestreo, **S(est)** alcanza aproximadamente **51 especies** y **Chao 1 Mean** presenta un valor cercano a **51 especies**. La convergencia entre estas dos curvas indica que prácticamente la totalidad de la riqueza estimada mediante Chao 1 fue registrada durante el muestreo. Por su parte, **Jack 1 Mean** proyecta una riqueza aproximada de **60 especies**, es decir, alrededor de nueve especies adicionales respecto de S(est).

La diferencia observada con Jackknife 1 puede relacionarse con la presencia potencial de especies poco frecuentes, de distribución localizada o registradas en un número reducido de sitios. Este estimador suele ser más sensible a las especies únicas o presentes en pocas unidades de muestreo, por lo que proporciona una estimación más conservadora de la riqueza florística potencial.

En términos de completitud, la riqueza acumulada representa aproximadamente:

- Entre **99 y 100 %** de la riqueza calculada por **Chao 1 Mean**: aproximadamente 51/51 especies.
- Cerca del **85 %** de la riqueza estimada mediante **Jack 1 Mean**: aproximadamente 51/60 especies.

Los resultados muestran que el esfuerzo de muestreo alcanzó una alta representatividad. En particular, **Jack 1 Mean comienza a formar una asíntota entre los sitios 9 y 10**, manteniéndose alrededor de 60 especies hasta el final del muestreo. Las curvas de **S(est)** y **Chao 1 Mean** continúan aumentando ligeramente, pero presentan una pendiente considerablemente menor y convergen al concluir los 14 sitios.

Aunque la curva de S(est) no alcanza una asíntota completamente horizontal, su proximidad con Chao 1 y la estabilización de Jackknife 1 indican que las unidades establecidas permitieron registrar la mayor parte de la riqueza florística esperada. La incorporación de sitios adicionales podría detectar algunas especies raras o de distribución restringida, pero probablemente no modificaría de manera sustancial la caracterización general de la comunidad vegetal.

En consecuencia, los **14 sitios de muestreo se consideran suficientes y representativos para caracterizar la composición florística del área de estudio**, así como para sustentar los análisis de riqueza, diversidad, estructura de la vegetación y evaluación de los posibles impactos ambientales del proyecto. Esta conclusión se fundamenta en la disminución progresiva de la pendiente, la convergencia entre S(est) y Chao 1 Mean y la estabilización del estimador Jackknife 1.

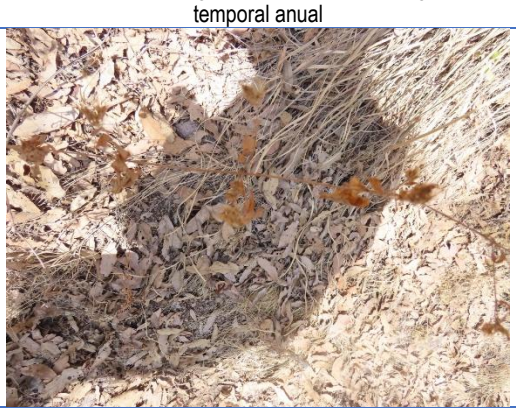
III.2.2.1.10. Condiciones florísticas del área del proyecto y la región ecológica.

A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto, así como la Región Ecológica.

Fotografía III. 11 Condiciones ambientales de la flora en donde se ejecutará el proyecto

	
Pinus leiophylla especie ampliamente distribuida a lo largo de la RE y Al especie característica del tipo de vegetación donde se encuentra el proyecto	*Quercus obtusa* al igual que Q. rugosa especie característica de la RE

	
Pinus pseudostrobus especie encontrada en la RE y AI se observó con mayores dimensiones en áreas más conservadas de la RE	*Ipomoea murucoides* especie distribuida en la RE y área del proyecto se observó más en límites de predios
	
Juniperus flaccida especie asociada a este tipo de vegetación	*Pinus teocote* especie arbustiva distribuida en la RE.
	
Baccharis salicifolia especie que es posible localizar distribuida en la RE	*Asclepias angustifolia* especie distribuida ampliamente en la RE

	
Wigandia ures especue indicadora de perturbación en ecosistemas se encontro ampliamente en la RE, principalmente en las orillas de caminos	*Loeselia mexicana* especie arbustiva distribuida en la RE.
	
Brickellia veronicifolia especie característica de ecosistemas que están en proceso de degradación en este caso agricultura de temporal anual	*Tithonia tubaeformis* especie herbácea distribuida en la RE y AI.
	
Physalis nicandroides especie característica VSa de Bosque de encino y pastizal inducido	*Eragrostis intermedia* especie distribuida ampliamente en pastizales inducidos, caminos o áreas perturbadas.





Melinis repens especie conocida como indicador de perturbación en pastizales.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con base en la evidencia fotográfica presentada, así como en la caracterización ambiental realizada mediante los trabajos de gabinete y campo, se considera que el desarrollo del proyecto es **ambientalmente viable**, siempre que se implementen de manera integral las medidas de prevención, mitigación, restauración y, en su caso, compensación ambiental establecidas en los capítulos subsecuentes de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

El proyecto consiste en la construcción de un puente, obra de infraestructura que permitirá mejorar las condiciones de conectividad y seguridad vial en la zona de influencia, garantizando la continuidad del tránsito durante todo el año y reduciendo los riesgos asociados al cruce del cauce, particularmente durante la temporada de lluvias, cuando las crecientes pueden limitar o impedir el paso de personas y vehículos.

La ejecución del proyecto contribuirá a optimizar la movilidad de la población, facilitar el acceso a servicios de salud, educación, comercio y protección civil, así como fortalecer las actividades económicas de la región al mejorar la comunicación entre las localidades beneficiadas. Asimismo, favorecerá la conectividad de la infraestructura carretera existente, incrementando la seguridad de los usuarios y reduciendo los tiempos de traslado

Tabla III. 53 Resumen del muestreo realizado,

Diseño de muestreo	Simple aleatorio
Tipo de muestreo	Cuadrantes 20mx10m (Ver distribución de los sitios de muestreo)
Número de muestreos realizados	16 sitios
Duración del muestreo	8 días (4 primer muestreo, 4 segundo muestreo)
Fecha de su realización y periodicidad	Invierno Primavera
Representatividad del muestreo	Es representativo
Tipo de comunidad	Perenne y litológicas
Tipo de análisis de datos	Índice de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou, Índice de Simpson, Dominancia.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

III.2.2.1.11. Especies sujetas a afectación debido al proyecto

Motivo por la inclusión del proyecto existirá remoción de individuos vegetales, el acumulado de los mismos, así como el mapa de la superficie de afectación se muestran a continuación.

Tabla III. 54 Especie a remover por la ejecución del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Individuos por remover	Estrato	DAP y/o longitud (cm)	Altura (m)+	NOM-059-SEMARNAT
Pinus teocote	Pino Azteca	5.00	A	31.00	17.00	-
Pinus leiophylla	Pino chimonque	4.00	A	34.00	12.00	-
Quercus crassifolia	Encino Colorado	5.00	A	21.00	7.00	-
Juniperus flaccida	Enebro triste	5.00	A	12.00	1.90	-
Loeselia mexicana	Espinosilla	7.00	Arb	45.00	1.10	-
Ageratina petiolaris	Amargocilla	5.00	Arb	65.00	0.90	-
Wigandia urens	Chichicastle manso	3.00	Arb	60.00	0.80	-
Melinis repens	Pasto Africano rosado	25.00	H	40.00	0.35	-
Eragrostis intermedia	Zacate llanero	19.00	H	35.00	0.45	-
Dyssodia papposa	Flamenquill	18.00	H	21.00	0.25	-
Physalis nicandroides	Matapulgas	29.00	H	17.00	0.20	-

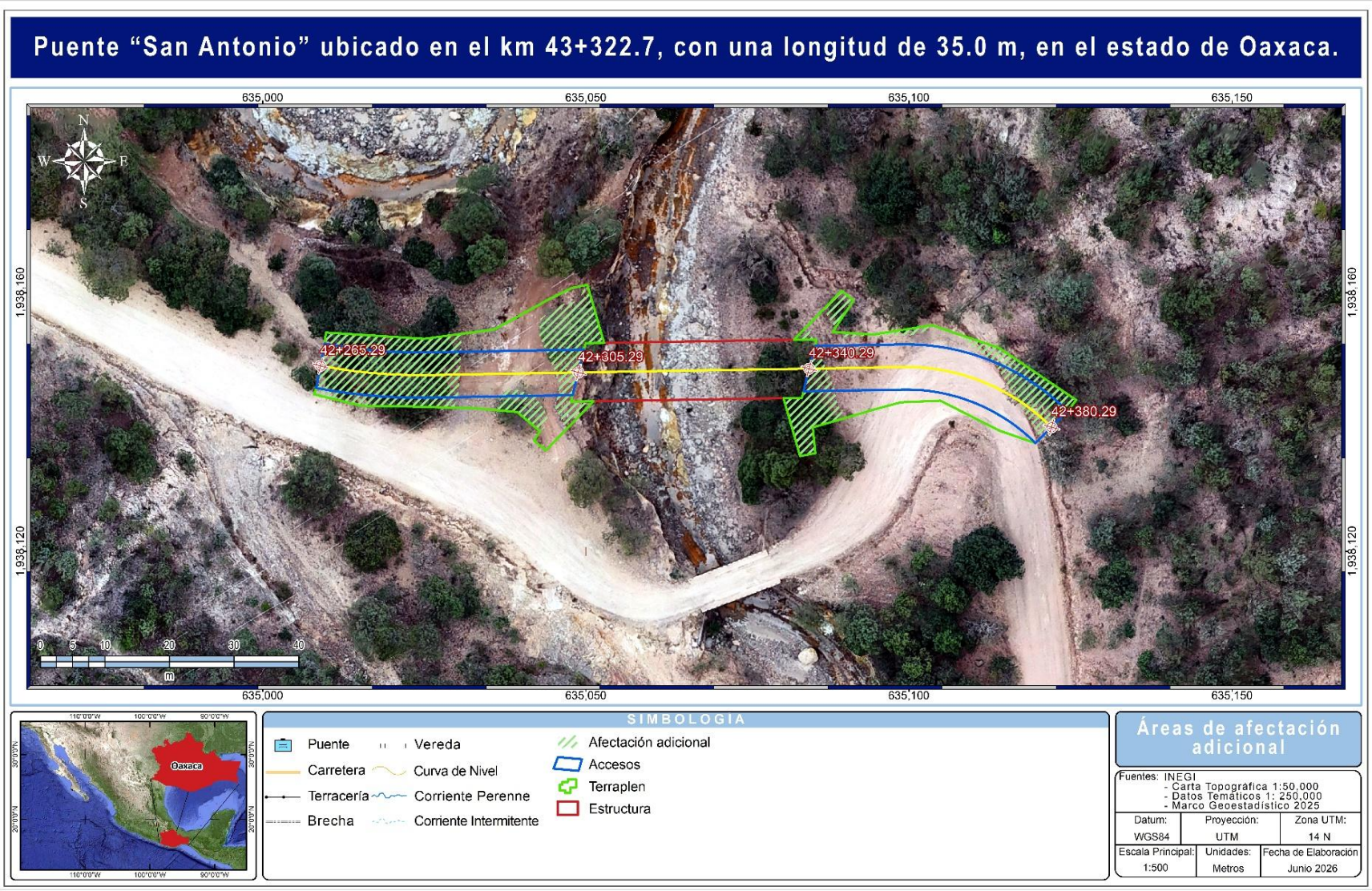
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla III. 55 Total de especies por estrato de flora que serán sujetos a remoción

Estrato	Individuos por remover
Arbóreo	19
Arbustivo	15
Herbáceo	91
Total	125

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen III. 44 Afectación del puente.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

III.2.2.1.12. Estado de conservación y/o perturbación que presenta la vegetación a afectar.

Durante los recorridos en la Región Ecológica Regional del proyecto, se observó un ecosistema conservado con gran diversidad de especies, no obstante, en las áreas cercanas al proyecto se presenta cambio de uso de suelo para dar paso a la agricultura temporal anual, así como al pastizal inducido para el pastoreo extensivo, esto a pesar de no realizarse el proyecto conllevara a la inevitable degradación de la Región Ecológica analizado.

III.2.2.1.13. Especies de interés comercial.

En el área del proyecto, a pesar de que se encuentran especies que pueden tener un interés comercial, la poca conectividad, así como el poco interés por parte de la población local hace que las especies reportadas no se consideren un interés comercial.

III.2.2.1.14. Especies endémicas, raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

La importancia de la flora mexicana recae en el número total de especies, su riqueza y número de endemismos. El alto porcentaje de endemismos se explica por la antigüedad de la flora mexicana y también por su grado de aislamiento ecológico y biogeográfico, también existe cierta relación florística entre las zonas templadas y cálidas de México, las cuales permiten el desarrollo de una flora particular con un gran número de especies endémicas.

Tabla III. 56 Clasificación del estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

ESTATUS	CATEGORÍA
E	Probablemente extinta en el medio silvestre
P	En peligro de extinción
A	Amenazadas
Pr	Sujeta a protección especial

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con lo anterior se muestra que, debido al desarrollo del proyecto, sólo requerirá la de 80 individuos vegetales, de los cuales 21 son árboles, 8 arbustos y 51 son herbáceas, cabe señalar, que no existen elementos vegetales que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es importante no afectar la vegetación de manera innecesaria aun cuando las especies no estén consideradas bajo alguna categoría de riesgo.

Con base en las características técnicas del proyecto, se concluye que la sustitución del puente se llevará a cabo íntegramente dentro del derecho de vía existente, sin requerir la ocupación de superficies adicionales ni la apertura de nuevas áreas para la ejecución de las obras. En este sentido, el proyecto no implica la transformación permanente de terrenos forestales hacia un uso distinto, sino la modernización y sustitución de una obra de infraestructura previamente establecida.

Durante la etapa de preparación del sitio será necesaria la remoción de individuos vegetales antes listados, los cuales se localizan dentro del derecho de vía existente y cuya afectación es puntual e indispensable para la construcción de la nueva estructura. Esta intervención no modifica el uso actual del terreno ni representa la incorporación de nuevas superficies al desarrollo del proyecto. En consecuencia, la ejecución del proyecto no implica la apertura de nuevos frentes de afectación sobre terrenos forestales, manteniéndose la ocupación dentro de la infraestructura vial existente. Asimismo, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental descritas en el presente documento, con el propósito de minimizar los impactos sobre la vegetación y favorecer la recuperación de las condiciones ambientales del sitio.

III.2.2.2. Fauna

La ubicación de la República Mexicana está dividida por dos regiones Zoogeográficas, la región Neártica y la Neotropical, lo que permite que en conjunto tenga una fauna muy diversa, con afinidad a ambas regiones. Sin embargo, no existe una división tajante en la fauna de una u otra región, ya que la efectividad de dispersarse depende de la adaptación y poder de desplazamiento de los animales, además, de que varía según el tiempo y las circunstancias. Lo anterior señalado provoca que en ambas regiones puedan encontrarse especies típicas de una u otra región. A esta área de confluencia de las regiones es llamada zona de transición mexicana. El Estado de Oaxaca se localiza en esta zona de transición, lo cual aunado a su compleja topografía (sistema de cañadas conectadas al sistema hidrológico), les confiere características muy particulares a las comunidades biológicas que en él se desarrollan y se tienen reportes de una alta diversidad la fauna presente.

Tabla III. 57 Riqueza de los cuatro grupos de fauna más importantes a diferentes escalas (país, estado y municipios).

GRUPO	No de especies en todo México	No de especies para Hidalgo
Mamíferos	451	97(59 terrestres y 38 voladores)
Aves	1150	501
Reptiles	717	88
Anfibios	282	48
TOTAL	**2,520**	**734**

De tal forma que es de gran importancia conocer el estado actual de las diferentes clases de vertebrados terrestres que habitan en inmediaciones del puente a construir, estos serán influenciados a su comportamiento debido a los cambios que se presentarán en este ecosistema. El proyecto se encuentra inmerso en el municipio de San Antonino Monte Verde, en el Estado de Oaxaca.

Cabe hacer mención de que las especies varían de acuerdo con el clima y tipo de terreno en que habitan. A la fecha no se cuenta con información precisa de la zona donde se construirá el puente que permita conocer la distribución y abundancia de muchas especies de fauna en esta área donde se localiza el proyecto, mucho menos en las localidades aledañas a este, por lo que no existen datos de diversidad basados en abundancia para esta región de México.

Actualmente en los poblados ya no se localizan de manera fácil animales de fauna silvestre, en áreas impactadas por la agricultura o efectos antropogénicos, ya que los animales huyen de la gente para mayor seguridad de sus crías o porque los matan. Aunado a esto existen algunos registros realizados por los lugareños que utilizan el camino y brechas para llegar a sus terrenos o cultivos.

En este sentido, la distribución de los organismos en el espacio se encuentra en función de los factores abióticos, de tal manera que la diversidad en áreas templadas es alta y decrece conforme se incrementa la latitud y altitud. Asimismo, en ecosistemas terrestres la diversidad es alta en áreas con lluvia abundante y baja en zonas secas.

Peterson (1993) demuestra que existen diversos patrones diferentes para la riqueza de especies y endemismos, asimismo señala que es fundamental tomar en cuenta el hábitat donde viven las especies para preservar la diversidad biológica.

La fauna cambia de acuerdo con la estructura del ecosistema, ya que los simples pastizales, zonas arboladas o zonas agrícolas con corta estatura, cobertura baja, ofrecen a las especies animales, en particular a las aves, menos nichos utilizables, a diferencia de las formaciones más densas, altas y estructuralmente complejas (Challenger, 1998, CONABIO, 2003).

De tal forma que es de gran importancia conocer el estado actual de las diferentes clases de vertebrados terrestres, que se encuentra inmerso en este proyecto ubicado en el Municipio de San Antonino Monte Verde; sitio donde se ubica el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**

Importancia de la Fauna

La fauna se puede considerar como un recurso natural renovable que tiene diversos valores y es de utilidad para la humanidad. Este recurso con cuidados y manejos adecuados se reproduce por sí mismo. Este grupo comprende aves, mamíferos, peces, reptiles, anfibios e insectos que habitan libremente sus áreas naturales de distribución y que están fuera de control del hombre. Los animales silvestres para vivir necesitan recursos bióticos y abióticos, cobertura o protección y espacio; es decir una interrelación entre los recursos naturales renovables y los no renovables.

La fauna silvestre además de ser fundamental para los hombres es un componente muy importante de la biodiversidad biológica del mundo. La biodiversidad es la riqueza total en composición y número de manifestaciones de las formas de vida en la naturaleza. México reúne una elevada proporción de la flora y la fauna del mundo, por lo que se le considera como un país con una gran diversidad biológica.

Las poblaciones de animales se distribuyen correlativamente a los tipos de vegetación lo que en conjunto constituye la biodiversidad del paisaje. Al considerar que el 70% de los tipos de vegetación son característicos de las regiones templadas del norte, en la mayor parte del país, las aves (avifauna) y los mamíferos (mastofauna) son típicamente de zonas templadas y muchos de ellos extienden su distribución a los Estados Unidos.

El tipo de vegetación que se encuentra en esta zona es uno de los ecosistemas más afectados en el ámbito nacional, ya que sufre de perturbaciones de diversa índole, lo que provoca que muchas especies de mamíferos y aves se vean limitadas a ciertos hábitats, debido a factores ecológicos, geográficos, y en su mayoría humanos, que afectan su distribución y limitan a algunas especies a ocupar un área específica y que están expuestas a tolerar todo el ciclo diario de cambios en su medio ambiente.

La fauna es relativamente baja, debido probablemente a la baja abundancia de recursos vegetales y a que la floración es marcadamente estacional, condicionando a las especies a adoptar una estrategia de gran movilidad altitudinal (Arizmendi *et al*., 1990). Y otras que incluyen frutos en sus dietas, se comportan como oportunistas, tal vez debido a que la mayor abundancia de recursos se concentra en la época de lluvias (Berlanga, 1991).

Por lo anterior, y tomando en cuenta que se trata de una pequeña parte de un ecosistema o región, y que el proyecto se pretende desarrollar sobre un camino existente donde intercepta el Río San Antonio y se llevará a cabo la construcción de un puente vehicular; se puede considerar que algunas de las especies de fauna reportadas para esta zona se encuentran representadas en algún momento dentro de la superficie específica del proyecto, ya sea como área de paso, de alimentación, percha o áreas de anidamiento, sobre todo de algunas aves que toleran en mayor grado la presencia humana.

Es importante mencionar que, además de información proporcionada por los pobladores cercanos al sitio, se pudieron observar algunas especies de aves que habitan o transitan por la superficie que será afectada, lo que indica que puede considerarse que estas especies se encuentran, en algún momento dado dentro del mismo, de tal forma que no existirá afectación a la fauna silvestre de la región por el desarrollo del proyecto.

Por lo anterior se puede considerar que las pocas especies de fauna reportadas para esta zona se encuentran representadas en algún momento dentro de la superficie específica del proyecto, ya sea como área de paso y percha, sobre todo de algunas aves que toleran en mayor grado la presencia humana. Esto indica que en algún momento dado se localicen dentro del mismo, de tal forma que no existirá afectación a la fauna silvestre de la región por el desarrollo del proyecto.

Metodología utilizada para la descripción de la fauna.

La caracterización de la fauna se determinó mediante una metodología que consideró lo siguiente:

- Investigación bibliográfica
- Trabajo de Campo

a) Investigación Bibliográfica

El trabajo consistió en la búsqueda y revisión de publicaciones relativas a trabajos sobre la fauna de la región. El objetivo es determinar, cuales pudieran ser las especies de fauna que probabilísticamente en función de las estructuras florísticas que a su vez conforman el hábitat, se pueden encontrar en el área a afectar y así en su momento poder determinar el tipo de acciones preventivas de impactos a aplicar para evitar daños a este tipo de recursos.

En general, en el Municipio San Antonino Monteverde, no presenta información precisa de fauna silvestre y menos en la zona donde se llevará a cabo el proyecto, la información general sobre fauna silvestre se encuentra en estudios aislados de la zona de este proyecto.

Se consideró la consulta de fuentes de información como lo fueron los programas de manejo del estado de sus reservas ecológicas, artículos científicos, el plan municipal de desarrollo del municipio, así como los colindantes. Algunas de estas especies podrían presentarse en el proyecto denominado: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**

De tal forma que es de gran importancia conocer el estado actual de las diferentes clases de vertebrados terrestres, que se encuentra inmersos en la RE y cerca del puente a construir.

La información más cercana al proyecto es la registrada al Norte del municipio en el Valle de Tehuacán – Cuicatlán. Algunos trabajos recientes han señalado la elevada diversidad de varios grupos de organismos en la región. Para los mamíferos Rojas-Martínez y Valiente-Banuet (1996) mencionan 34 especies de murciélagos para el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, lo cual representa una gran riqueza de quirópteros con un alto componente neotropical.

Botello *et al*. (2006) registran por primera vez al tigrillo (*Leopardus wiedii*), gato montés (*Lynx rufus*) y a la nutria (*Lontra longicaudis*) respectivamente, para la parte que corresponde a la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Existen referencias que existieron especies como jaguar, lobos, y jabalíes, que han desaparecido del área de bosque, en lo referente a la tala clandestina ésta aún se realiza, pero ha venido a menos, pero en todo caso se requiere de mecanismos de vigilancia y control para su permanencia y sustentabilidad.

La avifauna presente en este sitio se ubica dentro del AICA No. 26 denominada Valle de Tehuacán-Cuicatlan, el cual se encuentra en un bioma único por sus características biológicas; la cual está orientada a la protección de especies como son: alondra común *Campylorhynchus brunneicapillus,* mochuelo de los saguaros *Micrathene whitneyi,* capulinero negro *Phainopepla nitens,* matraca del balsas *Campylorhynchus jocosus*, pero derivado a que el proyecto se desarrollara en una zona urbanizada y con flujo vehicular, en la zona no es posible apreciar este tipo de avifaunas, por lo que no existirá afectación alguna a las especies en comento.

La riqueza de anfibios y reptiles se debe en parte a que geográficamente se ubica en una zona tropical lo que le confiere una serie de particularidades climáticas que lo hacen diferente de los desiertos extratropicales, las más sobresalientes parecen ser su estabilidad térmica (García 1981) y su precipitación estacional (Valiente 1991). Estos factores generan una dinámica ambiental que favorece el establecimiento de plantas xerófilas perennes y una escasa presencia de especies anuales (Valiente 1991), así la vegetación del valle de Tehuacán-Cuicatlán ampliamente dominada por cactáceas columnares y matorrales presenta una alta productividad vegetal anual (Martínez-Rojas y Valiente-Banuet 1996), que favorece la abundancia de artrópodos en el valle, de manera que este recurso está disponible para una gran cantidad de anfibios y reptiles (principalmente lagartijas) de hábitos insectívoros. La complejidad estructural que favorece la presencia de una gran cantidad de microhábitats disponibles para el establecimiento de una alta riqueza de anfibios y reptiles.

La diversidad herpetofaunística de esta región también puede deberse a la comunicación que presenta con zonas colindantes de mayor humedad situadas en los estados de Puebla (Sierra Negra), Oaxaca (Sierra Mazateca y Sierra de Juárez), en donde habitan especies como *Prhynosoma taurus, Sceloporus horridus, Sc. gadoviae* y *Urosaurus bicarinatus*, entre otras.

Composición de las comunidades de fauna cercanas al área de estudio.

Herpetofauna

Los anfibios y reptiles que se localizaron en la bibliografía en el municipio y sus alrededores son: B*ufo marinus, Kinosternon integrum, Urosaurus bicarinatus, Aspidoscelis communis, Iguana Iguana, Ctenosaura pectinata Aspidoscelissacki, Bufo marmoreus, Aspidoscelisdeppei, Leptodactylus melanonotus, Mabuya unimarginata,Drymobiusmargaritiferus, hemidactylusfrenatus, Anolis liogaster, Anolis gadovii, Masticophis mentovarius, Leptotyphlops sp, Drymarchoncorais,Sceloporus chrysostictus,Cnemidophorusdeppei, Sceloporus melanorhinus, Sceloporusundulatus,heloderma horridum*, entre otros.

Avifauna

Las aves que tienen algún registro cercano al área del proyecto son: la Paloma (*Zenaida asiatica*),Huilota (*Zenaida macroura*) Tórtolas (*Columbina inca y Columbina passerina*), Tapa caminos (*Nyctidromus albicollis*), Zopilote (*Coragyps atratus*), Buitre (*Cathartes aura*),Calandrias (*Icterus gálbula*), Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*), Garrapatero (*Crotophagasulcirostris*), Zanate (*Quiscalus mexicanus*), Chachalacas (*Ortalis vetula y Ortalis poliocephala*), Aguililla (*Buteo jamaicensis*), Correcaminos (*Geoccoyx velox*), Tordo (*Cacicusmelanicterus*), Carpintero (*Melanerphes chrysogenys*), Urraca *(Calocitta formosa*), Momoto (*Momotus mexicanus*),Halcón peregrino *(Falco peregrinus*) entre otros.

Mamíferos

Los mamíferos que se localizan en el Municipio son: (*Baiomys musculus* y *Reithrodontomys fulvescens*), Tlacuache (*Didelphis virginiana*) el zorrillo (*Conepatus leuconotus*), Armadillo (*Dasypus novemcincus*), Ardilla (*Sciurus aureogaster*), Mapache (*Procyon lotor*), Murcielagos (*Artibeus intermedius* y *Glossophaga comissarisi*), Tejón (*Nasua narica*), Conejo (*Sylvilagus cunicularius*), Zorra (*Urocyon cinereoargenteus*), Mapache (*Procyon lotor*), entre otros.

Trabajo de Campo.

El monitoreo se realizó en dos temporadas durante el mes de Enero (temporada de invierno) y Abril (temporada de primavera) de 2026; para la obtención de registros directos (captura de ejemplares), se utilizaron trampas tipo Sherman para ratones. En cada sitio se colocó una línea considerando la exposición del camino, considerando el efecto de borde. Cada trampa se colocó en intervalos de 10 m entre ellas. Como cebo se utilizó avena y vainilla empleando el método de captura recaptura (Krebs 1985). La cuál no se obtuvo el éxito requerido.

Para la identificación de las especies se utilizaron guías de campo, binoculares, trampas cámara, GPS y un Dron. Para cada sitio de muestreo se esperaba un promedio de 5 a 15 minutos, mientras se tomaba el registro de las especies presentes en ellos y su abundancia (número de individuos observados en el sitio de muestreo). Que consistieron en registrar todas las especies y el número de individuos durante 30 minutos, desde cada uno de los puntos de muestreo.

Se trata de acciones de búsqueda de indicadores o bien de avistamientos que permitieran particularizar sobre la presencia de especies de fauna en el lugar de estudio. El objetivo fue poder identificar y en su caso cuantificar las poblaciones de grupos de fauna y el grado de afectación que las diferentes acciones del proyecto pudieran ocasionar. Esto consideró lo siguiente:

- Recorrer la zona de influencia y localización y delimitación de la carretera y áreas por afectar en el proyecto de modernización.
- Localización, clasificación y definición de las diferentes estructuras de vegetación que correspondieran al hábitat de grupos de fauna probables.
- Recorridos por el área, a afectar para avistar o encontrar indicadores de la presencia de especies de fauna silvestre, evidencias tales como: pelo, excretas, huellas, etc.

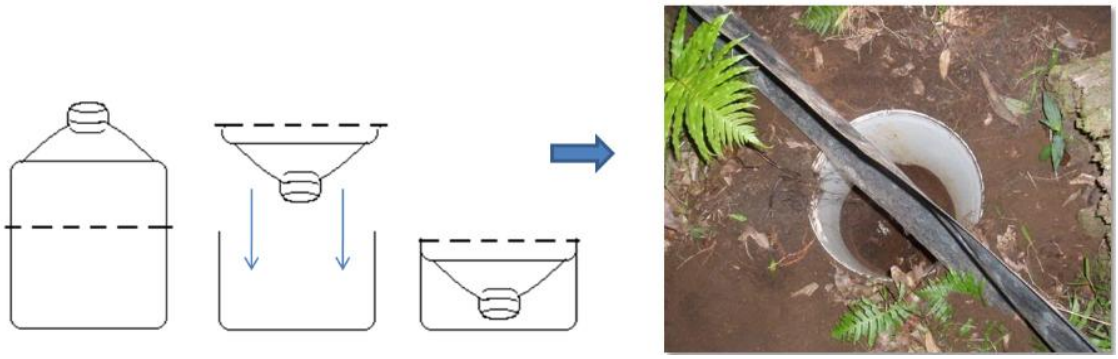
Reptiles: Los métodos más efectivos para la captura viva de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa con ligas (lagartijas), algunas más sofisticadas son los ganchos herpetológicos.

Mediante la técnica de transecto se camina lentamente a través del área elegida, revisando troncos caídos, huecos, hendiduras, tocones o piedras, entre la hojarasca, plantas epífitas, grietas, que constituyen los microhábitats potenciales de anfibios y reptiles.

La técnica de las trampas embudo que es una manera clásica de colectar reptiles. Generalmente este método involucra la colocación de un recipiente cilíndrico (envase de pet) debajo del suelo y con la boca hacia la superficie. El tamaño y forma dependerá de las especies a muestrear.

Para la recolecta de especímenes se utilizarán varias técnicas. La captura de reptiles, se realiza un recorrido en la totalidad de las áreas a intervenir por las obras de construcción del proyecto. Se rastrea el área involucrada en busca de reptiles, se removerán piedras y se revisaran los lugares con vegetación de la zona y se procederá al registro de ejemplares de importancia.

Imagen III. 45 Trampeo de pequeños reptiles



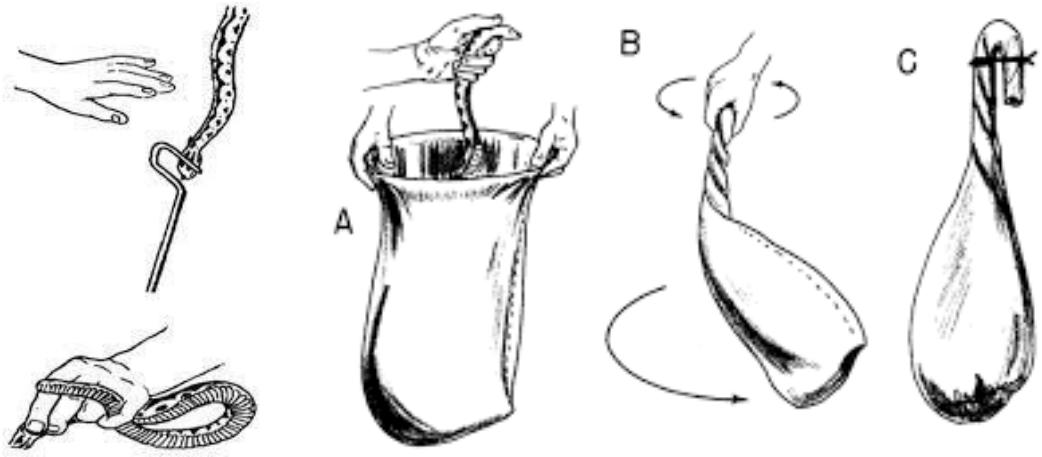
El garrafón debe ser recortado, el embudo desprendido del primer corte se introduce invertido de manera que la boca se ubique dentro del garrafón. Se recomienda ubicar está en un lugar sombreado y cubrir la trampa con hojarasca de manera que quede oculta.

Estos métodos permiten capturar a los individuos vivos y así obtener información sobre su coloración, dieta, etc., y también permite, si la especie es conocida, liberarla. Para reducir la mortalidad, el personal deberá revisar las trampas frecuentemente. También se puede minimizar colocando las trampas es sitios sombreados y/o cubriendo las trampas con un techo o colocando cierta cantidad de vegetación que cubra la trampa, estas precauciones además reducen la posibilidad de depredación sobre los individuos atrapados.

El mayor esfuerzo de captura se realizará durante el período del día en que ellos resulten con mediana actividad en orden a facilitar la captura (mañana y media tarde). Por esta razón, la captura de individuos se debe realizar principalmente durante días asoleados.

Los muestreos se llevaron a cabo en transectos de 100 m, debido a la distancia de este, posteriormente se establecen las trampas de caída cada 50m en el área principal del proyecto, en este caso la del Puente y AI. De esta manera con los muestreos se obtendrán un mayor número de individuos entre el día y la noche.

Imagen III. 46 Trampeo de pequeños reptiles

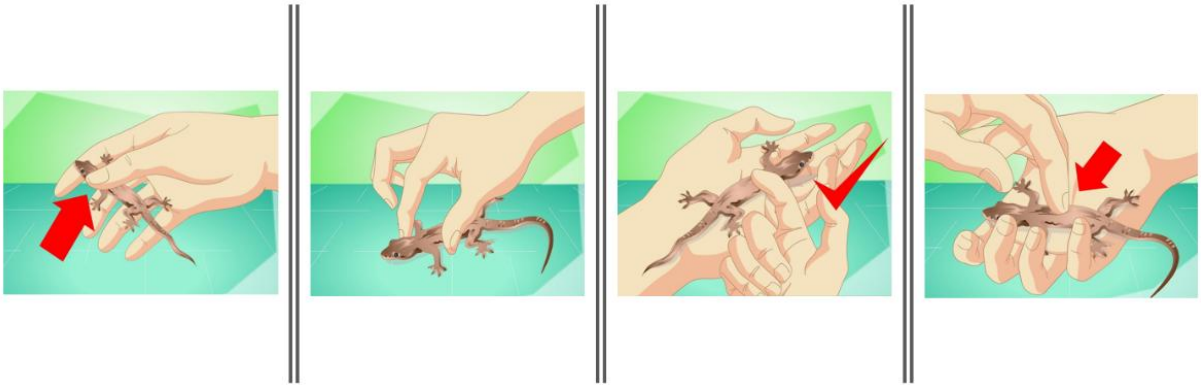


Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Manipulación de la herpetofauna

Se levanta el reptil con una mano como si se estuviera levantando un lápiz, luego se aseguró al animal colocando el pulgar detrás o al lado de la cabeza del animal, se utilizó el dedo índice para sostener el cuello del animal desde abajo mientras se sostenía su torso con la punta de los dedos. En el caso de una serpiente se utiliza un gancho herpetológico, este se sujeta con la punta y se toma al ejemplar de la cabeza y se coloca en el saco de manta para resguardarlo.

Imagen III. 47 Forma de manipulación de reptiles.



Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2026.

Para la colecta de lagartijas algunas serán golpeadas con ligas de hule; también se usarán lazos herpetológicos y se llevara un registro fotográfico para la identificación de estas. Para la captura de serpientes, se utilizan ganchos herpetológicos o bien se recolectan directamente los organismos con la mano.

Una vez completada la base de datos mencionada, se procede a realizar claves de identificación para las especies encontradas de reptiles y cualquier aspecto de su biología.

Colecta oportunista

Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la presencia de organismos. Los recorridos nocturnos caminando o en vehículo también entran en esta categoría.

Mediante la técnica de transecto se caminó lentamente a través del área elegida, revisando troncos caídos, huecos, hendiduras, tocones o piedras, entre la hojarasca, plantas epífitas, grietas, que constituyen los microhábitats potenciales de anfibios y reptiles.

Imagen III. 48 Forma de manipulación de reptiles (lagartijas)



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Tabla III. 58 Plantilla utilizada para la toma de datos de herpetofauna

Plantilla para la toma de datos para anfibios y reptiles				
Fecha:		Hora:		Participantes:
Lugar de muestreo:		Coordenadas:		
Municipio:		Tipo de vegetación		
Especie:		Cantidad		
Adulto/Joven:		Larvas		Huevos:
Descripción del Lugar				
Lago	Laguna	Pantano	Cañada	Charco
Substrato				
Barro/Arcilla	Arena/Grava	Piedras	Rocas	Otro
Características de las especies:				
Ancho del cuerpo		Longitud total:		
Ancho de la cabeza		Longitud de la cabeza		
Longitud hocico-cloaca		Observaciones		
Hábitos alimenticios				

Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2026.

Aves. Para la avifauna se aplican técnicas de observación durante los transectos previamente localizados en un mapa georreferenciado del área a muestrear durante las mañanas y tarde. Se formarán dos brigadas de campo que, conforme a un programa de trabajo, levantarán sitios de muestreo.

La identificación de las aves se efectuó con ayuda de binoculares de 7X25 mm marca Bruntton. Para la identificación de las especies se utilizaron guías de campo (Peterson y Chalif, 1989; Howell y Webb, 1995; National Geographic Society, 1999) y en ocasiones con una cámara con lente 270-500 mm, que permitirá la creación de un banco de imágenes de las especies encontradas. Para cada sitio de muestreo se esperó un promedio de 5 a 15 minutos, mientras se tomaba el registro de las especies presentes en ellos y su abundancia (número de individuos observados en el sitio de muestreo). Que consistieron en registrar todas las especies y el número de individuos de cada una que fueron escuchados durante 10 minutos, desde cada uno de los puntos de muestreo. Durante el desarrollo

de los censos se tomaron los siguientes datos: especie, número de individuos, hora, y otras observaciones de utilidad, con esos datos se realizó el inventario de especies.

Imagen III. 49 Métodos de identificación de aves (conteos oportunísticos)



Fuentes de información para determinar taxonómicamente de aves: Roger Tory Peterson/ Edward L. Chalif, 1998, Aves de México; Guía de campo, 1998, 3ra edición, 473 pp. Instituto Nacional de Ecología .1999. Guía de aves canoras y de ornato. Jiménez Editores e Impresores, S.A. de C.V., CONABIO, México, D.F.

Se realizaron conteos oportunísticos entre las 7:00-10:00 de la mañana y 15:00-18:00 horas de la tarde. Estos consistieron en transectos sobre el Puente ya construido y considerando el área del nuevo puente a construir. Con el fin de identificar a las principales especies que habitan en la zona, se llevó un registro de las aves observadas y el número de individuos de cada una de ellas. Se llevaron a cabo varios transectos de 100m para así hacer una estimación de la longitud del transecto con el fin de estandarizar el muestreo. Estos sitios fueron elegidos aleatoriamente, el primero partiendo a unos 10 metros del inicio de la zona con más vegetación y los siguientes abarcando la zona del área de influencia.

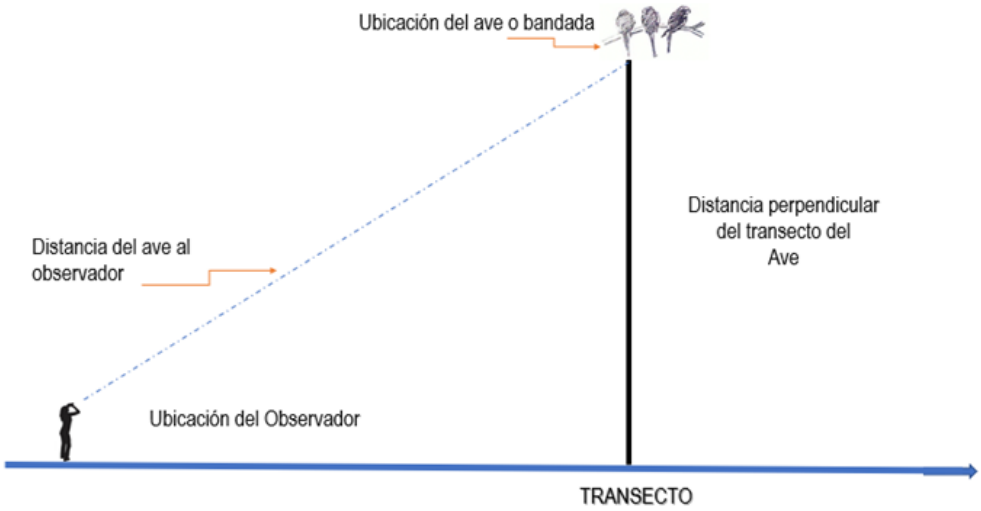
Fotografía III. 12 Monitoreo de Aves



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

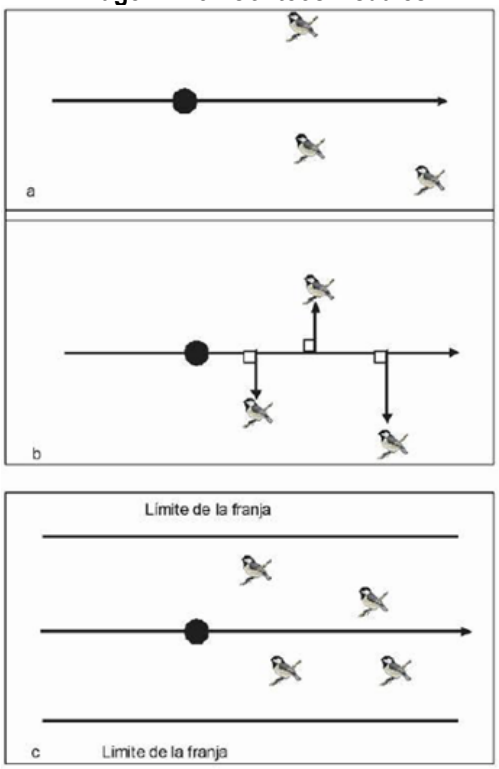
El registro de las distintas especies se realizó por transectos en la zona adyacente al proyecto. Con la técnica de transecto se caminó lentamente a través del área elegida.

Imagen III. 50 Observación directa para Aves



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026

Imagen III. 51 Conteos visuales



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026

Nota: **a)** el observador puede sencillamente registrar toda ave sin importar la distancia (transecto de línea sin estimación de distancia); **b)** registrar todas las aves y estimar su distancia perpendicular de la línea de transecto (transecto de línea de distancia variable); **c)** registrar toda ave observada dentro de una distancia determinada a ambos.

Tabla III. 59 Plantilla de toma de datos para las aves

Plantilla de toma de datos para las aves			
Fecha:		Hora:	Participantes:
Lugar de muestreo:		Coordenadas:	
Municipio:		Tipo de vegetación:	
Especie:		Cantidad:	
Hembra o Macho:			
Adulto/Joven/Polluelos:			
Presencia de huevos/cuantos:			
Color de la cabeza:		Color de la de las alas:	Color de las patas:
Color de los ojos:		Color del pico:	
Forma del pico:		Largo del pico:	Ancho del pico:
Longitud total:		Ancho de las alas:	Largo de las alas:
Largo de la cola:		Ancho de la cola:	
Voz:			
Hábitos alimenticios:			
Observaciones			

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Mamíferos.

El rastreo de indicios se llevó a cabo en época de finales de invierno y primavera, con observaciones entre las 7:00a.m. y las 5:00p.m. Se emplearon transectos lineales, para así abarcar la longitud total del Puente, el cual contenía el tipo de vegetación más conservado (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino), y otro tipo de cobertura menos representativo (Pastizal inducido).

Se seleccionaron puntos de muestreo, en manchones de la vegetación ya mencionada al azar en la RE. AI y el Puente a construir; a su vez se realizaron técnicas directas (observación y captura) e indirectas (búsqueda de rastros, huellas, excretas, entrevistas informales con gente de la región, etc.) para la determinación de la abundancia de especies.

Los métodos para la captura y observación de animales silvestres incluyen una variedad de técnicas de trampas (de golpe y trampas cámara) y redes. Para los mamíferos se utilizan trampas de captura viva, las cuales tienen la ventaja de asegurar la captura de los animales en perfectas condiciones. Y de fotografía para tener la evidencia del ejemplar, sin ser lastimado o estresado.

Métodos indirectos: Conteo de rastros.

Una manera de calcular la abundancia relativa de los mamíferos es contar rastros (excretas y huellas) de su presencia por a lo largo de transectos. La frecuencia de hallazgos puede usarse como un índice de abundancia de las especies encontradas.

Para la identificación de las huellas y excretas en este trabajo se hizo la consideración sobre la base de un soporte en la literatura y evidencia científica que la fauna presente en México. Con la información que se obtuvo a partir de los rastros se calculó el índice de abundancia relativa como el número de indicios por especie encontrada, dividido por la distancia recorrida por el observador.

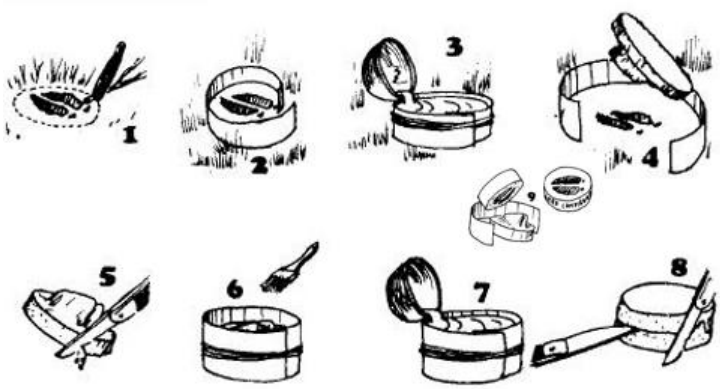
Huellas. De manera sistemática se hizo un recorrido en los transectos seleccionados (los mismos destinados para las observaciones directas), se contaron los rastros (huellas, excretas, plumas, nidos, cuevas, echaderos, etc.) que indican la presencia de las especies de interés. En el caso de las huellas se registran aquellas que crucen el transecto o estén en las inmediaciones, evitando contar nuevamente el mismo juego de huellas.

Con el fin de obtener un muestreo de mamíferos medianos se ubicarán trampas huellas separadas cada 100m una de otra; alejada 10m a ambos lados del río, y sólo para la longitud de éste con relación a las coberturas presentes. Para la elaboración de cada trampa se colocará una superficie de cartón (50x50 cm) con tierra suelta y húmeda, para una buena impresión. En cada una de las trampas se colocará un cebo como atrayente, el cual corresponderá a algún tipo de alimento de preferencia para cada una de las categorías de la dieta de los animales a estudiar, avena (herbívoros), huevos podridos y tocino (carnívoros), papaya y plátano (herbívoros, omnívoros); estos cebos serán

alternados al azar para cada una de las trampas a lado y lado del transecto. Todos los días se hará limpieza de cada trampa con el objetivo de que ésta quede activada para la toma de datos. (Se recomienda poner este tipo de trampas cerca de donde se coloquen las trampas cámara).

A partir de la longitud total del transecto en el Puente nos alejamos 250m paralelo al camino (AI), y sólo para la longitud de éste con relación a las coberturas presentes, fueron ubicadas 30 trampas de huella separadas cada 100 m. Para la elaboración de cada trampa se colocó una superficie de cartón (50x50 cm) con tierra suelta y húmeda, para una buena impresión.

Imagen III. 52 Metodología para la identificación de huellas



1. Limpiar la zona, 2. Rodear la huella con cartulina, 3. Mezclar 2 partes de escayola por 1 de agua y agregar sal (el agua caliente y la sal aceleran el fraguado de la escayola). Verter la escayola y esperar a que fragüe, 4. Desmoldar (obtenemos el negativo de la huella, es decir, el molde de la pata del animal), 5. Igualar, 6. Engrasar el molde para que no se pegue, 7. Verter una nueva mezcla de escayola. Esperar a que fragüe, 8. Desmoldar y recortar y 9. Escribir la fecha, el lugar y el nombre del animal. También puedes sombrear el fondo de la huella.

Para la identificación de las huellas en este trabajo se hará la consideración sobre la base de un soporte en la literatura y evidencia científica que la fauna presente en México. Con la información que se obtenga a partir de los rastros se calculará el índice de abundancia relativa como el número de indicios por especie encontrada, dividido por la distancia recorrida por el observador.

I = *No indicios*/unidad de esfuerzo

Donde: ***No. indicios*** corresponderá al número de indicios como huellas, heces, restos, avistamientos, madrigueras y unidad de esfuerzo corresponderá a metros (m) recorridos en transecto, o a trampa revisada.

Adicionalmente se harán entrevistas informales para colectar información adicional de especies de mamíferos que no sean vistas durante el estudio.

Fotografía III. 13 Trampas y registro de huella



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

En cada una de las trampas se colocó un cebo como atrayente, el cual correspondió a algún tipo de alimento de preferencia para cada una de las dietas de los animales a estudiar, avena (herbívoros), huevos y tocino (carnívoros),

papaya y plátano (herbívoros, omnívoros); estos cebos fueron alternados al azar para cada una de las trampas a lado y lado del transecto. Ya quedando activada para la toma de datos y el registro de huellas.

En la selección de cada punto de muestreo, tomando en cuenta la dimensión del proyecto en los tipos de vegetación de la Región Ecológica, considerando puntos que son representativos del proyecto donde se construirá el puente. También se consideró la zona de cultivo, por lo tanto, fue probable encontrar especies en cielo abierto.

A su vez se realizaron técnicas directas (observación, captura, foto) e indirectas (búsqueda de rastros, huellas, excretas, entrevistas informales con gente de la región, etc.) para la determinación de distribución y abundancia de especies.

Los métodos que se han utilizado para conocer las tendencias poblacionales son el uso de transectos, y más recientemente el uso de trampas cámara (Wilson y Delahay 2001).

Fotografía III. 14 Equipo para muestreo de Fauna Silvestre



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2025.

Es muy importante georreferenciar los rastros encontrados. Para evitar contar en más de 1 ocasión las huellas, estas deben ser borradas o tachadas después de ser registradas. Es importante tomar fotografías de las huellas con una regla como referencia. La información obtenida nos permite calcular la abundancia relativa de las especies monitoreadas.

Tabla III. 60 Ficha para recolección de huellas

Proyecto:				
Sitio	Fecha	Identificación dudosa	SI	NO
Huella #	Coordenada (UTM)	Fresca	Semifresca	Vieja
Transecto/lugar o punto GPS		Colector		
Especie (probable)			Fotografía	
Observaciones				

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

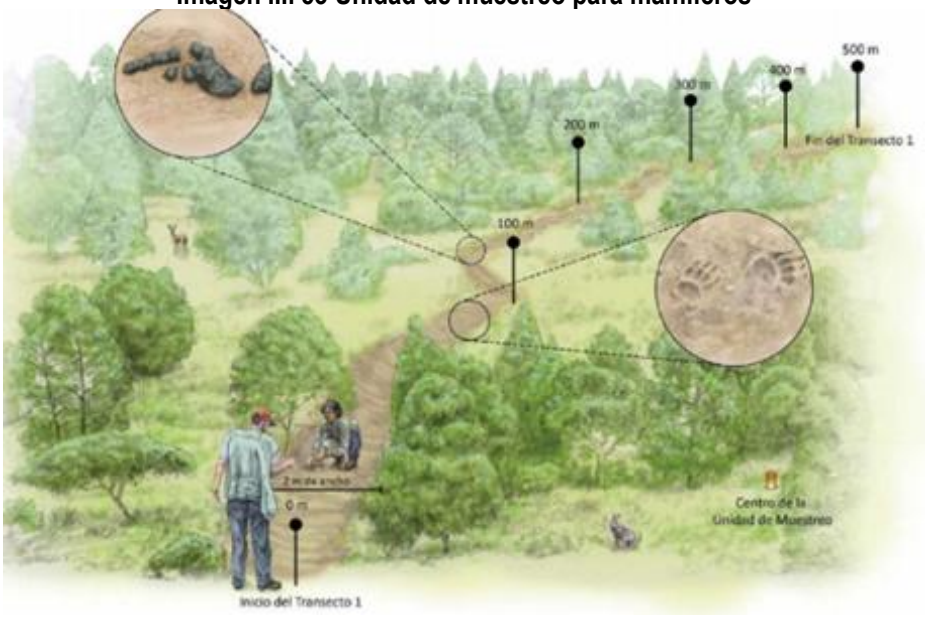
Excretas. Se cuantifican las que estén en una franja de 0 a 20m (10 a cada lado) del transecto proyectado. Se lleva un registro fotográfico de cada evidencia encontrada. En un formato ya establecido para el registro de los datos, en este caso para los avistamientos de huellas, heces, restos y madrigueras se tomaron datos como: especie del animal encontrado, número de indicio, hora de encuentro, ubicación geográfica. Se contaron las huellas del animal cruzando un transecto como un avistamiento. Las huellas que estén a lo largo de un transecto se tomarán como una observación.

Tabla III. 61 Ficha para recolección de excretas

Proyecto:				
Sitio	Fecha	Identificación dudosa	SI	NO
Huella #	Coordenada (UTM)	Fresca	Semifresca	Vieja
Transecto/lugar o punto GPS		Colector		
Especie (probable)			Fotografía	
Observaciones				

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Imagen III. 53 Unidad de muestreo para mamíferos



Fuente: SEMARNAT, 2018

Una vez que se realizó la búsqueda y captura de los organismos estos se determinaron taxonómicamente a través de la siguiente bibliografía:

Aranda M. 1994. Estimación de la abundancia en poblaciones de mamíferos. Instituto de Ecología. Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Instituto de Biología. CONABIO y Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 986 pp. Romero-Almaraz, M. L., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada y R. D. Owen. 2007. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio.

Tabla III. 62 Plantilla para toma de datos de mamíferos

Plantilla de toma de datos para los mamíferos				
Fecha:	Hora:		Participantes:	
Lugar de muestreo:	Coordenadas:			
Municipio:	Tipo de vegetación:			
Especie:	Cantidad:			
Hembra o Macho:				
Adulto/Joven/bebe:				
Altura				
Longitud de las pezuñas:			Longitud de las garras:	
Longitud de las patas:			Peso:	
Hábitos alimenticios:				

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

La condición del área del proyecto tiene nichos con características bióticas diferentes y sitios en la RE más conservados que los que se observan sobre el Puente a modernizar, por lo que el área del Puente y AI no albergan suficiente fauna silvestre, ya que sólo alberga especies visitantes, que buscan alimento, descanso o como parte de su ruta de migración (Berlanga y Rodríguez, 2010) y algunas acostumbradas a las actividades antropogénicas. Aunque prevalezcan manchones de vegetación, la falta de esta vegetación y su continuidad limita las condiciones alimenticias de muchas especies, hace que mucha fauna se localice en lugares más alejados del proyecto. Por lo que las áreas fragmentadas, presentan especies de fauna silvestre adaptadas y especializadas a estos ecosistemas (Challenger y Dirzo, 2009). Debido a esto la riqueza de especies es baja y la abundancia es media ya que estas especies al ver presencia humana tienden a huir y a desplazarse a zonas más seguras.

Se utilizaron trampas Sherman, que son trampas de aluminio cerradas utilizadas en la captura de pequeños mamíferos y juveniles de mamíferos de tallas más grandes. La trampa Sherman es la más utilizada debido a que son plegables y de fácil transporte. Para la captura de medianos mamíferos existen dos tipos de trampa: Havahart y Tomahawk (Nacional), ambas son trampas de rejillas y presentan un mecanismo disparador de tipo basculante (accionador de una o dos puertas). Tomahawk es la más utilizada debido a que son plegables.

Fotografía III. 15 Trampas Sherman



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Foto trampeo

Otro muestreo que se realizó fue el colocar trampas cámara (Moultrie®) método que es utilizo para conocer las tendencias poblacionales usando puntos fijos; todo con el fin de detectar tanto actividad diurna como nocturna en el Puente, Área de influencia y la RE. Cada trampa se colocó sobre el tronco de un árbol o una base a una altura de 45 cm sobre el suelo y se georreferenciará con una unidad GPS. Estas se colocaron de frente a la obra de drenaje. Las trampas se mantendrán trabajando en el campo durante varios días consecutivos. Las trampas cámara se ubicarán estratégicamente en áreas con hábitat potencial, en la zona de influencia, el Puente carretero propuesto y existentes,

así como en la RE. Estas se colocaron en las zonas donde existe un cruce de caminos, brechas, donde es probable que especies de mamíferos medianos transiten, así mismo en zonas abiertas cercanos a las zonas pobladas por lo que se emplearon transectos lineales, para tener una distancia considerable entre cada trampa y así abarcar el área total de la Región Ecológica. A partir de la longitud total del transecto nos alejamos a sitios más conservados y con coberturas más amplias, de acuerdo con la superficie de la Región Ecológica, fueron ubicadas 5 trampas separadas entre 5000 y 2500m entre ellas. El éxito de este muestreo resulto nulo al no evidenciar a ninguna especie con este método.

Se obtendrán estimaciones de abundancia relativa en función de la tasa de captura fotográfica. Se seguirá la metodología utilizada por Carbone *et al*., 2001, considerando el número de fotos por cada **n** días trampa.

IAR= No. Fotos Ind./No. De noches trampa* 100.

La trampa cámara se puede utilizar para identificar individuos que cruzan un camino. Los individuos son capturados en ubicaciones precisas en el sitio colocado, lo que nos permite identificar la especie y su ubicación en tiempo real. Si un individuo es capturado del lado opuesto del camino, esto nos indica que esta especie cruzó por el camino y/o carretera. Por lo general, las trampas cámara que se utilizan son personalizados de acuerdo con el objetivo del proyecto.

Fotografía III. 16 Ejemplo de colocación de trampas cámara



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Fotografía III. 17 equipo para monitoreo de fauna



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

El resultado de las trampas cámara resulto ser nulo, ya que no se obtuvo ningún registro en la prospección de campo, se recomienda seguir haciendo monitoreos y colocación de estas, para no descartar el paso ocurrente de alguna especie de mamífero y así este no salga dañado a la hora de la construcción de puente.

Los pequeños mamíferos son componentes clave en los procesos de sucesión y regeneración de ecosistemas, debido a que juegan un papel importante en la depredación y dispersión de semillas (Adler, 1998; DeMattia *et al.,* 2006). Estas especies son abundantes y sirven de base a la cadena trófica, manteniendo a algunos carnívoros primarios como reptiles, aves, y mamíferos medianos, por lo que su presencia, así como las fluctuaciones en sus abundancias, se reflejan en las poblaciones de sus depredadores (Nupp y Swihart 1998). Algunas especies son susceptibles de convertirse en plaga cuando sus hábitats son transformados en enormes extensiones de cultivos y la explotación del nuevo hábitat les resulta favorable. Desde esta óptica los pequeños roedores pueden ser indicadores ecológicos, debido a que los cambios en sus abundancias y diversidad pueden reflejar modificaciones en el hábitat.

La calidad y cantidad de alimento disponible para la fauna silvestre es muy variable dependiendo de la región, estación y al particular. La calidad de alimento está influenciada por el clima y otros muchos factores locales del sitio. Para los herbívoros la calidad del forraje depende del clima, factores locales, la genética de las plantas y las partes de la planta consumida.

Resultados

De acuerdo con el estudio de campo se registró la presencia de 6 especies de fauna silvestre en el proyecto (Puente, AI y SA) por las dos temporadas. De acuerdo con la revisión bibliográfica de las especies registradas, ninguna se encuentra en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. La clase más representativa fue el de las aves con 6 especies registradas y 46 individuos.

Mediante la observación directa en el proyecto (RE, AI y Puente). De estas especies observadas la mayoría se registraron en la RE forrajeando o sobrevolando cercanos a el punto de muestro, los puntos del puente y el AI tuvieron menor registro de especies, estas especies utilizaban algunos árboles para perchar, tomar agua y descanso. Los sitios con mayor presencia de fauna son aquellos que se encuentran en sitios lejanos de áreas perturbadas y en los manchones arbóreos conservados. Los sitios con cuerpos de agua son visitados por especies para descanso y beber agua, siendo el grupo más representativo el de las aves. Muchas de estas especies solo están de paso por lo comentado anteriormente, mientras que se da una disminución al transcurrir el día y las aves observadas regresan a zonas menos abiertas y/o desmontadas.

Las consideraciones de protección, se aplicará para todos los organismos no sólo los catalogados en el NOM-059, sino a todos los registrados en la prospección de campo. Derivado del recorrido de campo se tomó el registro de las especies visualizadas, de aquellas que se encontró algún registro directo e indirecto, mismos que se presentan en la tabla siguiente.

Considerando que ya existe un puente y este se pretende mejorar, ya existe un impacto además que existe un camino de terracería, así como algunas áreas de agricultura; la presencia de fauna silvestre es baja, con respecto a esto y a los resultados expuestos más adelante se considera que la fauna del lugar no será afectada en alguna forma.

La fauna observada se registró mediante el método de observación directa y evidencias fotográficas; las aves fueron las especies más observadas, ya se han acostumbrado a la presencia y actividad humana. Por lo tanto, la presencia de fauna silvestre en el sitio del proyecto es media y por lo que se reitera que no habrá afectación alguna a estas especies.

A continuación, se presentan los resultados de abundancia relativa y diversidad de especies, las siguientes tablas representan los resultados obtenidos por las dos temporadas de muestreo (Enero y Abril):

Tabla III. 63 Especies registradas en el proyecto (RE, AI y Puente)

Familia	Nombre común	Especie	FUENTE	NOM-059
AVIFAUNA				
PASSERELLIDAE	Rascador oaxaqueño	*Melozone albicollis*	VISUAL	-
FRINGILLIDAE	Pinzón Mexicano	*Haemorhous mexicanus*	VISUAL	-
CATHARTIDAE	Zopilote aura	*Cathartes aura*	VISUAL	-
TROGLODYTIDAE	Saltapared cola larga	*Thryomanes bewickii*	VISUAL	-
MIMIDAE	Cuicacoche pico curvo	*Toxostoma curvirostre*	VISUAL	-
TYRANNIDAE	Papamoscas negro	*Sayornis nigricans*	VISUAL	-

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

De las especies registradas la mayoría estaban en la RE, como ya se mencionó las especies sobrevolaban en cercanías del Puente y AI, estas especies utilizaban algunas ramas de árboles sin tanto follaje para perchar y descanso. Los sitios con mayor presencia de fauna son aquellos que se encuentran en sitios lejanos de áreas perturbadas y en los manchones arbóreos conservados.

Cabe mencionar que se tomaran las medidas que sean necesarias para evitar que no se dañen a las especies que habitan en la zona y también a las que no pudieron ser observadas durante el recorrido.

Fotografía III. 18 Especies de la fauna registrada en el proyecto (RE, AI y Puente)

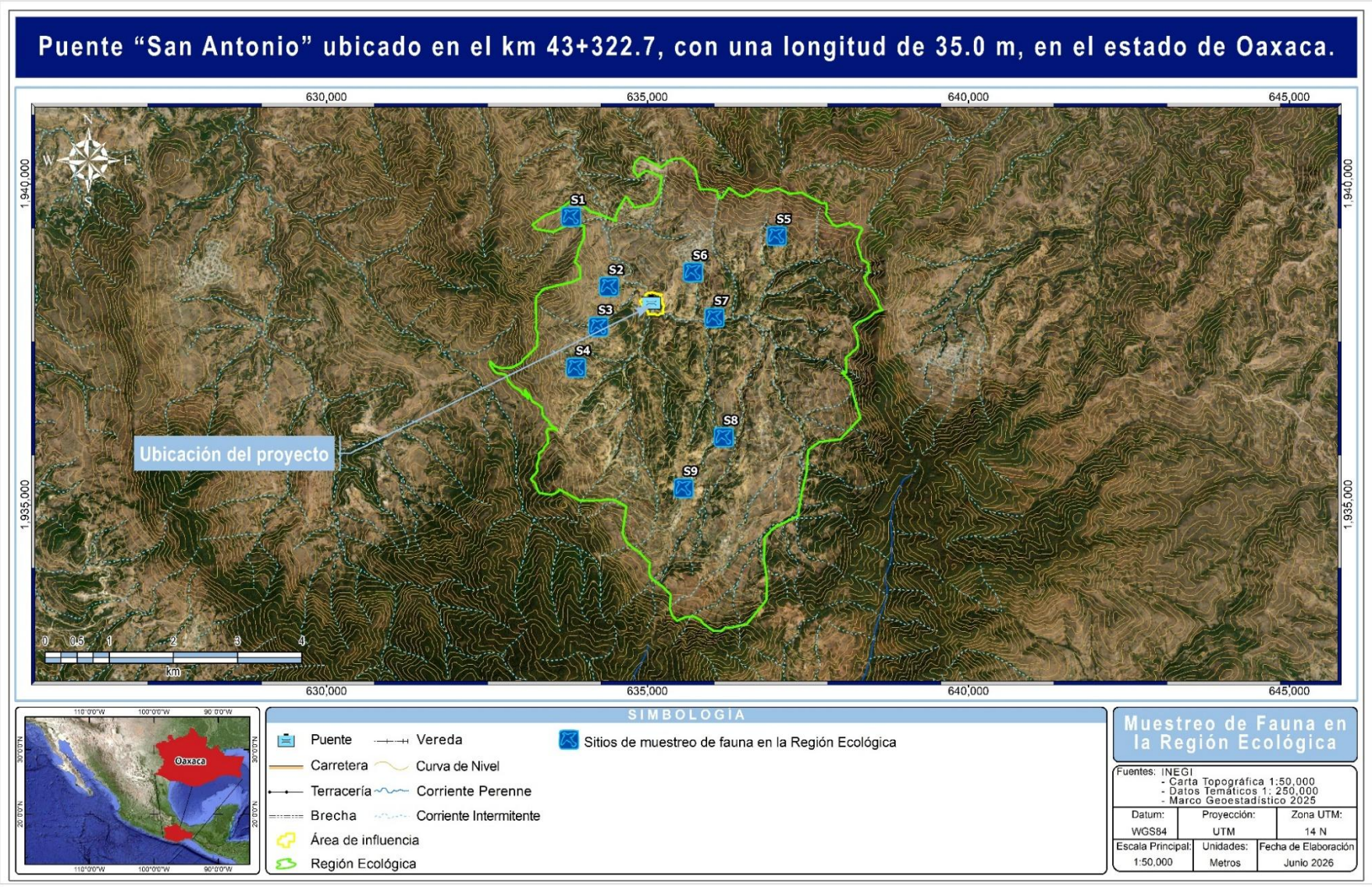
AVES	
Rascador Oaxaqueño	
Pinzón mexicano	

Zopilote aura		
Saltapared cola larga		
Cuicacoche pico curvo		

Papamoscas negro		

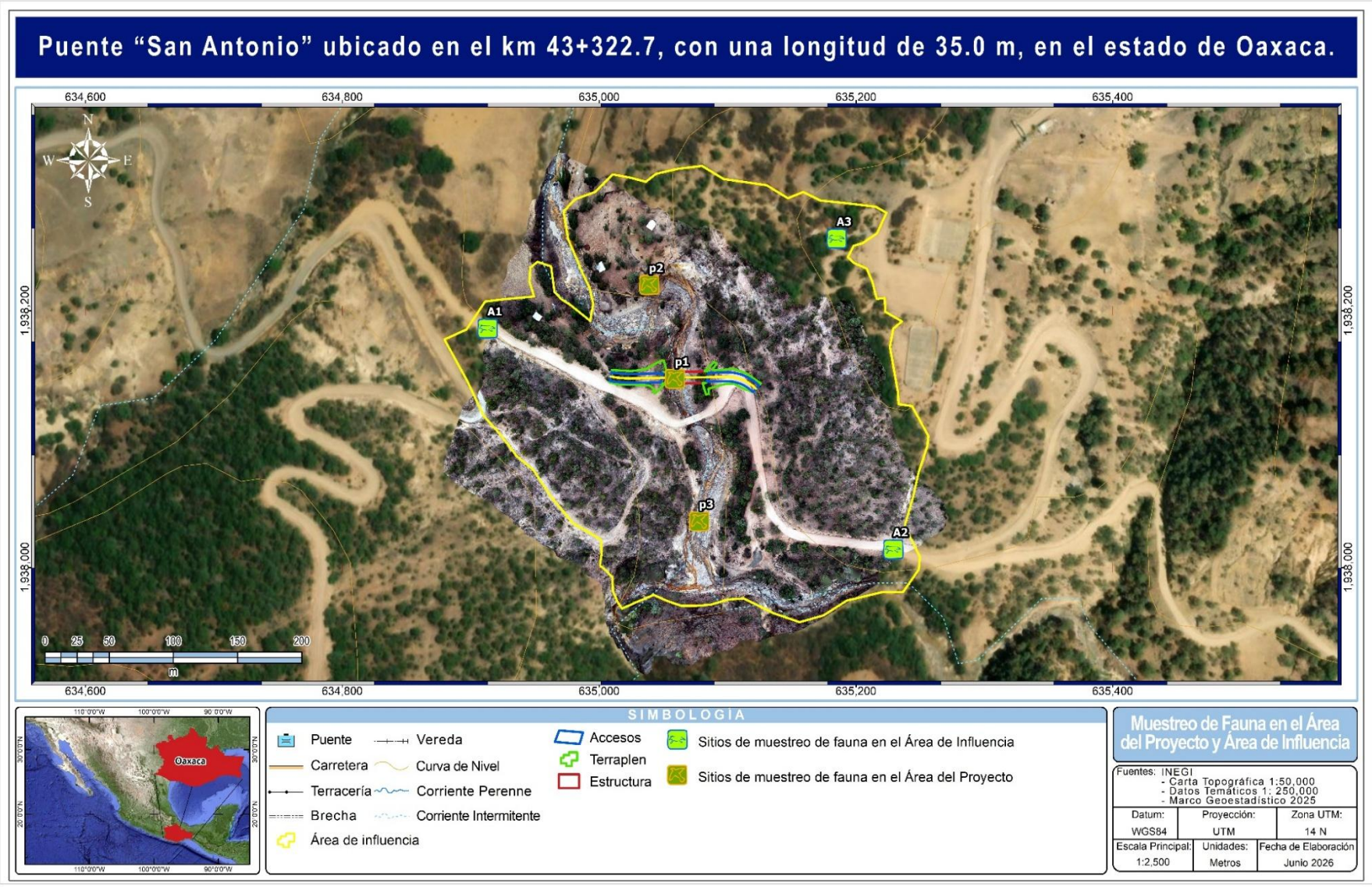
Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Imagen III. 54 Sitios de Muestreo de la Fauna en la RE



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Imagen III. 55 Sitios de Muestreo de la Fauna en el puente y AI



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

RIQUEZA ESPECÍFICA.

Índices de Diversidad de la Fauna Silvestre

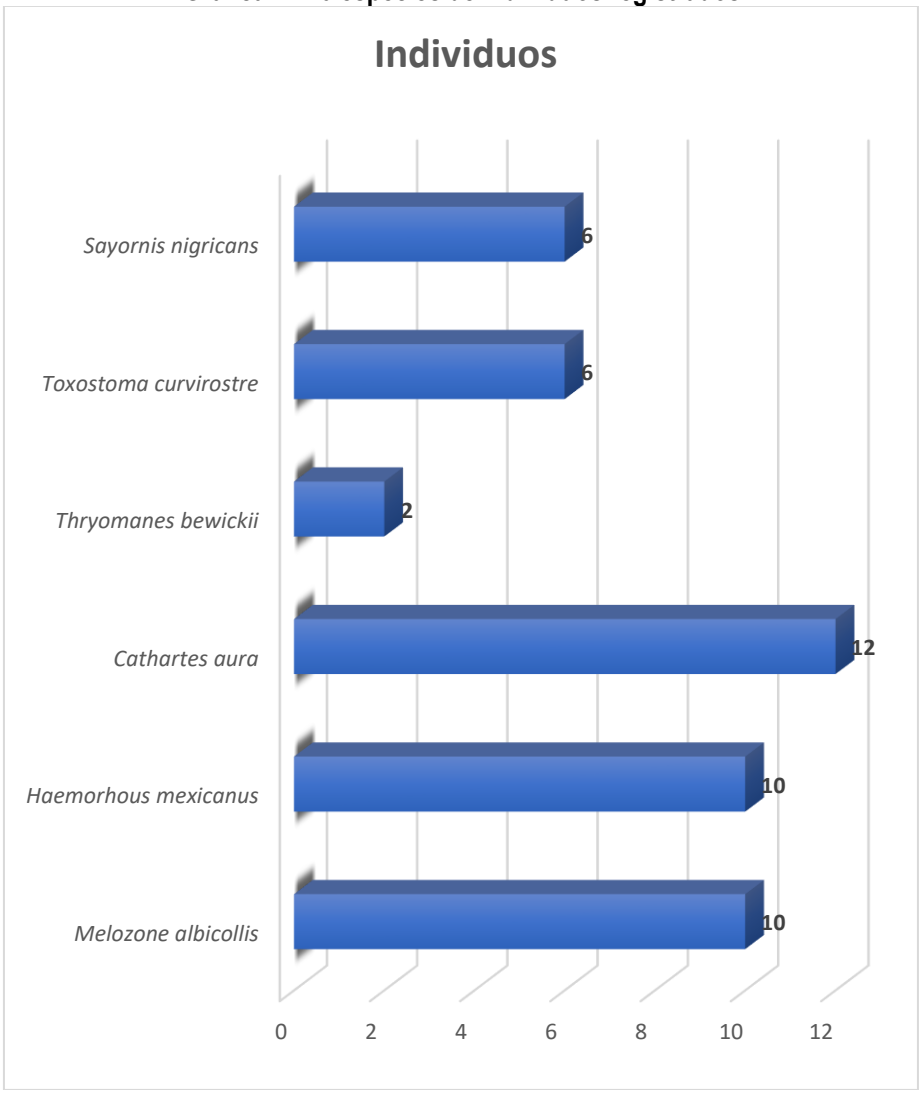
A continuación, se muestra la riqueza específica para la fauna silvestre que será impactado por la construcción del puente.

Tabla III. 64 Riqueza específica de fauna en el área de proyecto.

CATEGORÍA/ORDEN	ICTIOFAUNA	REPTILES	AVES	MAMÍFEROS
FAMILIA	0	0	6	0
GÉNERO	0	0	6	0
ESPECIES	0	0	6	0

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Gráfica III. 20 especies de individuos registrados



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Abundancia relativa de fauna

La *abundancia relativa*, es un valor expresado en porcentaje (%) cuyo cálculo se realiza dividiendo el número total de una especie entre el número total de individuos de todas las especies que se presentan en una superficie determinada.

Ahora bien, para calcular la abundancia relativa se utilizó el *Índice de Berger-Parker*, que mide la dominancia de la especie o taxón más abundante, siendo su expresión matemática la siguiente:

$$B = \frac{N_{máx}}{N}$$

En donde:

$N_{máx}$: número de individuos del taxón más abundante
N: número total de individuos de la muestra.

Este índice adquiere valores comprendidos entre 0 y 1 (0 % y 100 %). Es indicador de los mismos impactos que el índice de Simpson, por lo que los resultados son los siguientes:

A continuación, se presentan los resultados de abundancia relativa, índice de Shannon-Wiener e Índice de Simpson para el área del proyecto (RE, AI y Puente). Cabe mencionar que las tablas siguientes muestran estas abundancias por separado, pero más adelante se presentan resultados de la riqueza e índice de Shannon en una sola tabla para que se muestre su representatividad en el área del proyecto.

Tabla III. 65 Abundancia relativa de todas las especies encontradas

Especie	Nombre común	# de individuos de la especie	Abundancia relativa (%)
Aves			
Melozone albicollis	Rascador oaxaqueño	10	20.8
Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	10	20.8
Cathartes aura	Zopilote aura	12	25.0
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	2	4.2
Toxostoma curvirostre	Cuicacoche pico curvo	6	12.5
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	8	16.7

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026

Índices de riqueza y diversidad

Distintos autores (Krebs 1999, Gove et al., 1994, Ludwig y Reynolds 1988, Pielou 1977) coinciden en señalar que el índice de diversidad está formado por dos componentes: el número de especies o riqueza de especie y la abundancia o equilibrio de especies.

El concepto de diversidad ha sido durante años intensamente discutido por los ecólogos, derivándose de su utilización algunos problemas de tipo semántico, conceptual, y técnico. Es importante señalar que si bien, como ocurre con numerosos métodos, el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, pero es fundamental al utilizarlos considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

El problema básico de la medición de estos parámetros es que no es posible contar todas las especies individuos de una comunidad y, por lo tanto, no existe ningún índice que se extrajo en su medición. Hay índices mejores que otros, dependiendo del tipo de colecta que se realice. Se utilizaron los métodos que a continuación se describen:

Índice de Simpson

El índice de Simpson (D) tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más diversa. D es interpretado como la probabilidad de un encuentro intraespecífico, esto quiere decir la probabilidad de que si tomas dos individuos al azar de la comunidad ambos sean de la misma especie. Mientras más alta es esta probabilidad menos diversa es la comunidad.

De acuerdo con la clasificación de los índices; el índice de Simpson pertenece a la clase aditiva, si hacemos que $\pi_i = 1$, es decir todas las especies tienen el mismo rango y $R(\pi) = 1 - \pi_i$. Entonces:

$$\lambda_{Simp} = \sum_{i=1}^{k}\{1-\pi_i\}\pi_i = 1-\sum_{i=1}^{k}\pi_i^2$$

Por lo tanto:

Definimos a n_i como el número de individuos de la especie i que están contenidos en la muestra aleatoria seleccionada. En ella hay *n* individuos, entonces la definimos como:

$$n = \sum_{j=1}^{k} n_i$$

note que *n* es una variable aleatoria

$$D = \sum\left(\frac{n_i\left(n_i-1\right)}{N\left(N-1\right)}\right)$$

Dónde:

- **D=** Índice de Simpson.
- n **=** número total de organismos de una especie
- N= número total de organismos de todas las especies.

Diversidad biológica

La diversidad biológica es la gran variedad de seres vivos que hay en un área particular, es una propiedad que se puede cuantificar de muchas maneras diferentes. Hay dos factores principales que se tienen en cuenta al medir la diversidad: la riqueza y la equitatividad.

La **riqueza** es una medida de la cantidad de organismos diferentes presentes en un área particular; es decir, la cantidad de especies presentes en un hábitat.

Sin embargo, la diversidad no solo depende de la riqueza de especies, sino también de la abundancia de cada especie. La **equitatividad** compara la similitud entre los tamaños poblacionales de cada una de las especies presentes.

ÍNDICE DE SHANNON – WIENER (1949)

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información, por tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia), (Magurran, 2001). El problema básico de la medición de estos parámetros es que no es posible contar todas las especies individuos de una comunidad y, por lo tanto, no existe ningún índice que se extrajo en su medición.

El índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

$$H = -\sum_{i=1}^{S}\pi_i \ln \pi_i$$

La diversidad máxima (H_{max}= lnS) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente H/H_{max}=H/lnS, que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad (π_i= 1/S).

$$\boldsymbol{\pi = n_i/N}$$

Dónde:

- n_i **=** número de individuos en el sistema de la especie determinada i
- N= número total de individuos
- **S=** número total de especies.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Weiner, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Se describen los métodos de estimación de la biodiversidad expresada mediante la riqueza y el índice de Shannon, se propone un método de muestreo para la inferencia, y se discuten los resultados de las especies registradas.

A continuación, se describen los métodos de estimación de la biodiversidad expresada mediante la riqueza del Índice de Shannon e Índice de Simpson, se propone un método de muestreo para la inferencia, y se discuten los resultados para la fauna registrada en el proyecto.

Diversidad de la Avifauna

Tabla III. 66 Índices de Biodiversidad para la Avifauna registrada en el Proyecto en la 1er temporada (RE, AI y Puente)

Nombre científico	# de individuos	Abundancia relativa (%)	Índice de Shannon	Índice de Simpson
Melozone albicollis	6	23.1	0.34	0.0533
Haemorhous mexicanus	8	30.8	0.36	0.0947
Cathartes aura	8	30.8	0.36	0.0947
Toxostoma curvirostre	2	7.7	0.20	0.0059
Sayornis nigricans	2	7.7	0.20	0.0059

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

La riqueza es de 6 especies de aves para el proyecto (Puente, RE y AI) por las dos temporadas. En la primera temporada de muestreo, se registraron 5 especies y en la segunda se obtuvo el registro de una especie diferente haciendo el total de las especies mencionadas. Las aves más representativas para el primer muestreo fueron dos especies Zopilote aura (*Cathartes aura*) y Pinzón mexicano (*Haemorhus mexicanus*) con una abundancia del 30.8% cada una y las especies con menor abundancia fueron el Papamoscas negro (*Sayornis nigricans*) y el Cuicacoche pico (*Toxostoma curvirostre*) con el 7.7%. Todas estas presentan un índice de Simpson de 0.74 y el de Shannon-Wiener de 1.45 presentando una diversidad baja para este grupo en esta primera temporada.

Tabla III. 67 Índices de Biodiversidad para la Avifauna registrada en el Proyecto en la 2da temporada (RE, AI y Puente)

Nombre científico	# de individuos	Abundancia relativa (%)	Índice de Shannon	Índice de Simpson
Melozone albicollis	4	18.2	0.31	0.0331
Haemorhous mexicanus	2	9.1	0.22	0.0083
Cathartes aura	4	18.2	0.31	0.0331
Thryomanes bewickii	2	9.1	0.22	0.0083
Toxostoma curvirostre	4	18.2	0.31	0.0331
Sayornis nigricans	6	27.3	0.35	0.0744

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Para la segunda temporada, la riqueza es de 6 especies de aves en el proyecto (Puente, RE y AI), a diferencia de la primera se obtuvo el registro del Saltapared cola larga (*Thryomanes bewickii*) con el 9.1%.de abundancia. El ave más representativa para este muestreo fue el Papamoscas negro (*Sayornis nigricans*) con una abundancia del 27.3%. De las menos representativas con un 9.1% también está el Pinzón mexicano (*Haemorhus mexicanus*) con un registro de dos especies. Para este segundo muestreo en temporada de primavera, estas especies presentan un índice de Simpson de 0.81 y el de Shannon-Wiener de 1.72 presentando una diversidad media para esta temporada.

Tabla III. 68 Índices de Biodiversidad para la Avifauna registrada por temporada.

	1ra Temporada de muestreo	2da Temporada de muestreo
Riqueza	5	6
Índice Simpson	0.746	0.810
Índice H'	1.458	1.720
Equidad	0.448	0.557
Dominancia	8	6

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Para tener una mayor dimensión de la Diversidad de la zona, también se presenta la abundancia general y los índices de diversidad de los dos muestreos, donde se observa una mínima diferencia.

Tabla III. 69 Índices de Biodiversidad para la Avifauna registrada en el Proyecto de las dos temporadas de muestreo (RE, AI y Puente)

Nombre científico	# de individuos	Abundancia relativa (%)	Índice de Shannon	Índice de Simpson
Melozone albicollis	10	20.8	0.33	0.0434
Haemorhous mexicanus	10	20.8	0.33	0.0434
Cathartes aura	12	25.0	0.35	0.0625
Thryomanes bewickii	2	4.2	0.13	0.0017
Toxostoma curvirostre	6	12.5	0.26	0.0156
Sayornis nigricans	8	16.7	0.30	0.0278

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Para todo el proyecto en las dos temporadas de muestreo se obtuvo en registro de 6 especies con un total de 48 individuos registrados. En general a mayor dominancia la presenta el Zopilote aura (*Cathartes aura*) con 12 individuos registrados donde representa el 25.0% del total de las especies, seguido de dos especies que registraron el mismo número de individuos, el Rascador oaxaqueño (*Melozone albicollis*) y el Pinzón mexicano (*Haemorhus mexicanus*) con el 20.8% cada una; seguida del Papamoscas negro (*Sayornis nigricans*) con un 16.7% y el Cuicacoche pico curvo con un 12.5%. El índice de Simpson para dicho grupo es de 0.80 y el de Shannon-Wiener de 1.69 presentando una diversidad media para este grupo con la suma de los dos muestreos. Un sistema es más diverso, cuanta menos dominancia de especies hay, la distribución es más equitativa

Tabla III. 70 Índices de Biodiversidad para la Avifauna registrada en el proyecto.

Riqueza	**6**
Índice Simpson	0.806
Índice H'	1.691
Equidad	0.437
Dominancia	12

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

A continuación, se presenta una tabla general de los puntos de muestreo donde las especies fueron registradas.

Tabla III. 71 Registro de especies por sitio de muestreo

	Puente			Área de Influencia			Sistema Ambiental									
Nombre científico	P1	P2	P3	A1	A2	A3	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	SA7	SA8	SA9	TOTAL
Melozone albicollis	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	4	0	2	0	0	10
Haemorhous mexicanus	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	4	0	0	0	10
Cathartes aura	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	6	12
Thryomanes bewickii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Toxostoma curvirostre	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	6
Sayornis nigricans	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	8

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

En general la Diversidad de las especies registradas (avifauna), es media y de acuerdo con las actividades llevadas para la construcción de este puente, no se afectará a ninguna especie de fauna silvestre. También se puede observar que la segunda temporada tuvo un registro más que la primera temporada aun cuando se obtuvo un menor registro de individuos en la segunda temporada lo que no provoca un mayor impacto en los muestreos ni en los resultados de abundancia y Diversidad.

Tabla III. 72 Resumen del muestreo realizado

Diseño de muestreo	Simple aleatorio
Tipo de muestreo	Transectos y puntos fijos
Número de muestreos realizados	15 sitios
Duración del muestreo	8 días (4 primer muestreo, 4 segundo muestreo)
Fecha de su realización y periodicidad	Invierno-Primavera
Representatividad del muestreo	Es representativo
Tipo de comunidad	Residentes
Tipo de análisis de datos	Índice de Shannon y Wiener, Índice de Simpson, Dominancia.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

III.3. Medio socioeconómico

El presente proyecto recae en el municipio San Antonino Monte Verde. Cabe resaltar que dentro de la Región Ecológica hay presencia de comunidades indígenas en un 27.27%, de acuerdo con el porcentaje de las localidades presentes en el proyecto y el total actual del municipio, esto basándose en los últimos datos del INPI, CONAHCYT e INEGI. A continuación, la descripción socioeconómica.

III.3.1. San Antonino Monte Verde

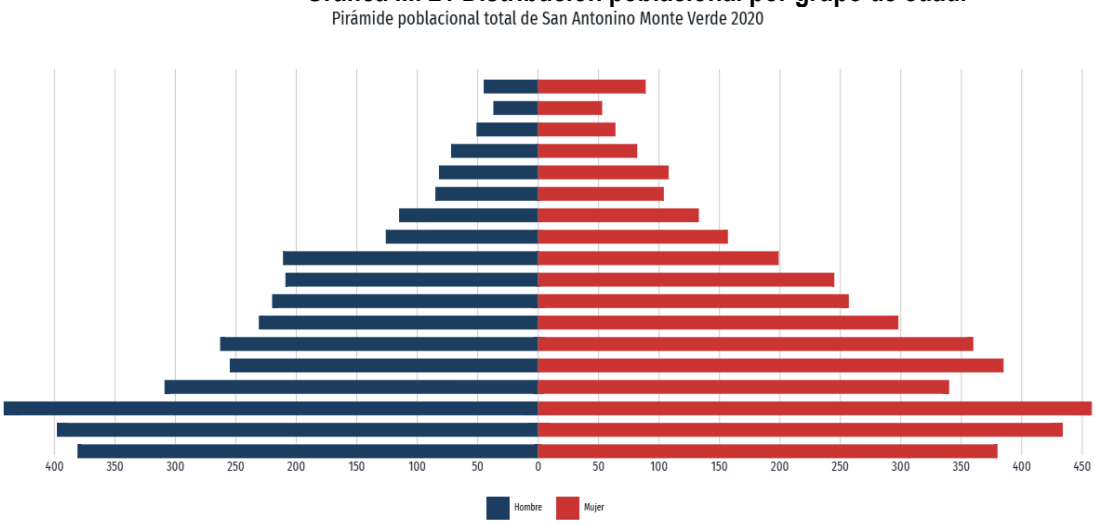
DATOS DEMOGRÁFICOS

De acuerdo con datos del año 2020, el municipio de San Antonino Monte Verde fue de 7,678 habitantes (46% hombres y 54% mujeres). En comparación a 2010, la población en San Antonino Monte Verde creció un 15.5%.

Estructura de población por sexo y edad

La población de San Antonino Monte Verde se distribuye de la siguiente manera:

Gráfica III. 21 Distribución poblacional por grupo de edad.



Fuente: INEGI, 2020.

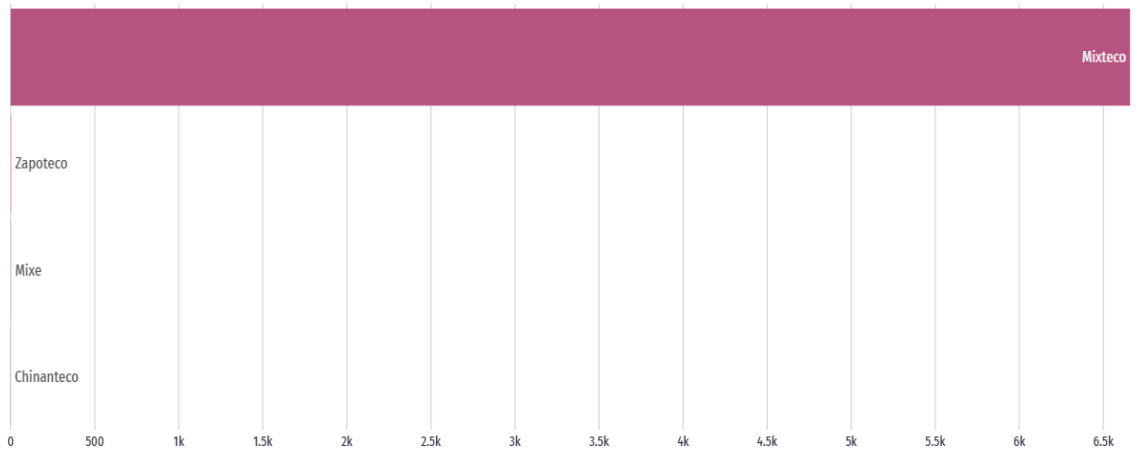
En el año 2020, la población registrada fue de 7,678 habitantes, siendo 54% mujeres y 46% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (900 habitantes), 5 a 9 años (832 habitantes) y 0 a 4 años (761 habitantes). Entre ellos concentraron el 32.5% de la población total.

Lengua indígena

En el municipio de San Antonino Monte Verde se tiene una amplia presencia de población Mixteca siendo esta la lengua que domina ampliamente con 6,659 habitantes, seguido de Zapoteco con 4 habitantes y Mixe con 3 habitantes.

Por otra parte, la población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fueron 6,659 personas, lo que corresponde a 86.8% del total de la población de San Antonino Monte Verde.

Gráfica III. 22 Población que habla alguna lengua indígena.



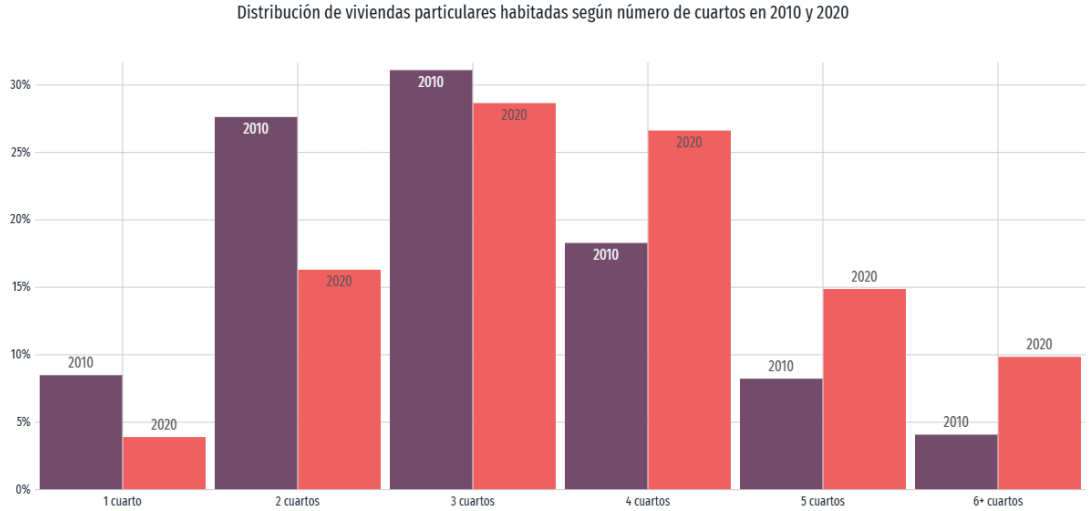
Fuente: INEGI, 2020.

VIVIENDA

El municipio de San Antonino Monte Verde de acuerdo con el censo del año 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 28.6% y 26.6%, respectivamente.

En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 39.8% y 38.6%, respectivamente.

Gráfica III. 23 Viviendas particulares habitadas.



Fuente: INEGI, 2020.

CALIDAD DE VIDA

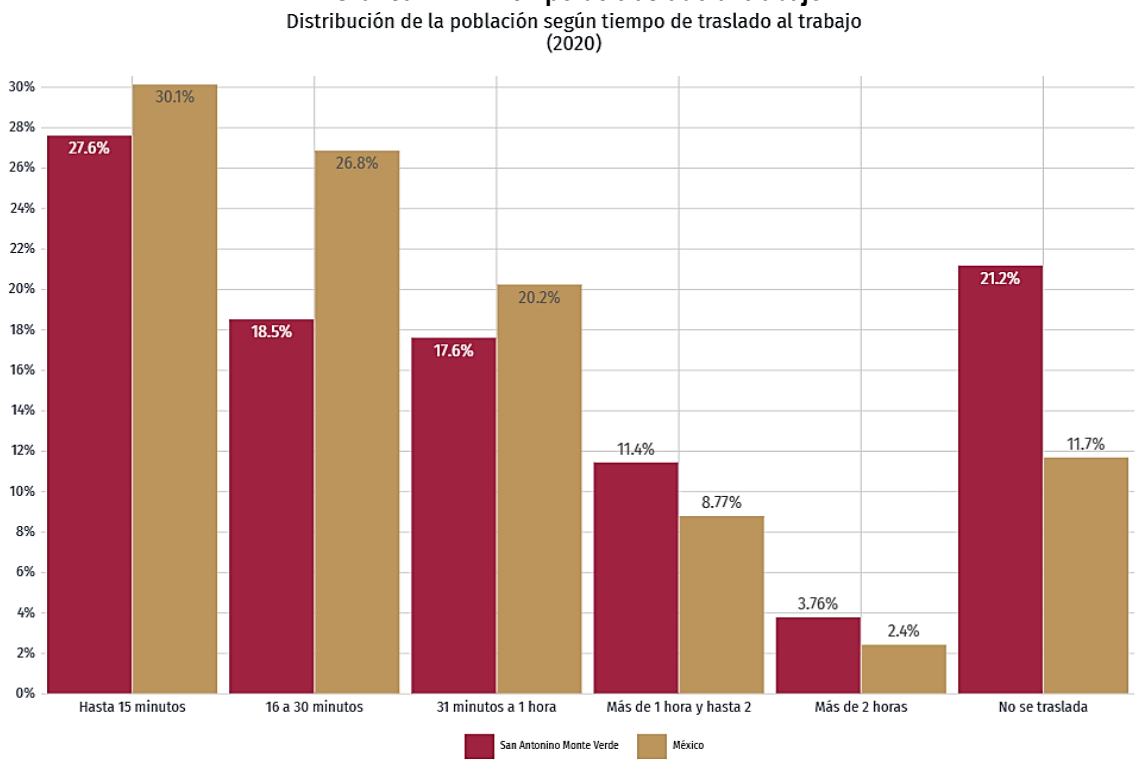
Servicios y conectividad en la vivienda

Según los datos del CENSO 2020 de INEGI el 9.77% de las viviendas disponen de horno, el 49% disponen de una lavadora y el 42% disponen de refrigerador. En cuanto al acceso a tecnologías el 22.8% de las viviendas tienen acceso a internet, el 8.15% disponen de computador y el 51.8% disponen de celular.

Tiempo de traslado

De acuerdo con el censo de 2020, en San Antonino Monte Verde, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 36.7 minutos, 63.7% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 15.2% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo. Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 15.6 minutos, 97.9% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 1.92% tarda más de 1 hora.

Gráfica III. 24 Tiempo de traslado al trabajo.



Fuente: INEGI, 2020.

Medio de Transporte al trabajo y al colegio

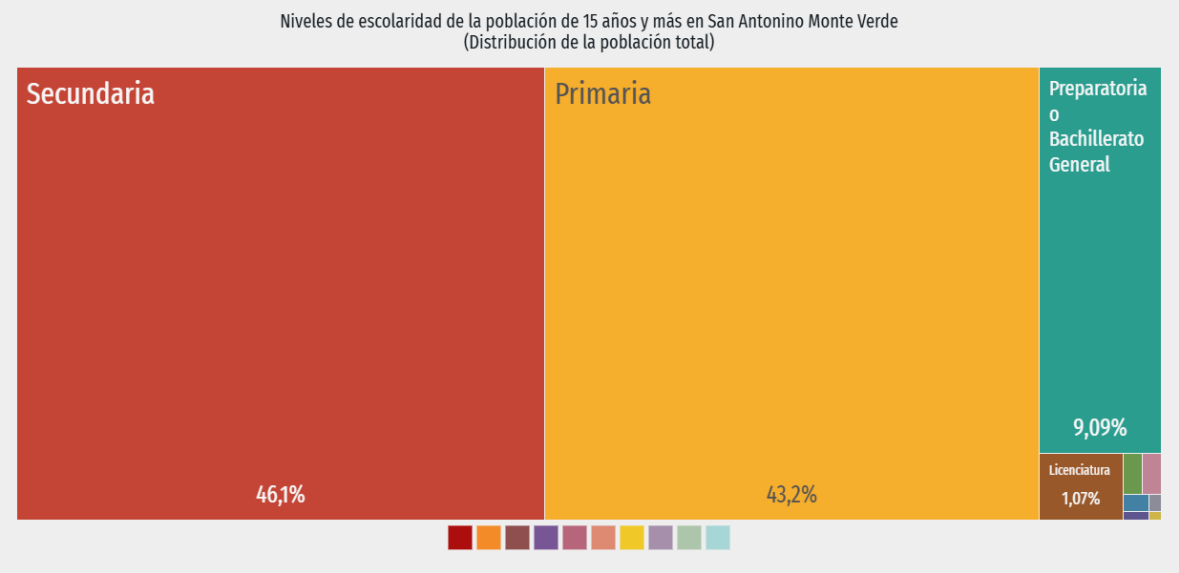
En 2020, el 82.9% de la población del municipio San Pedro Mártir Yucuxaco acostumbró a usar camión, En 2020, en relación con los medios de transporte para ir al lugar de estudios, 97.9% de la población acostumbró camión, taxi, combi o colectivo como principal medio de transporte.

Educación

Niveles de escolaridad

De acuerdo con el CENSO del año 2020, los principales grados académicos de la población de San Antonino Monte Verde fueron Secundaria (2.15k personas o 46.1% del total), Primaria (2.01k personas o 43.2% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (423 personas o 9.09% del total).

Gráfica III. 25 Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más.



Fuente: INEGI, 2020.

EMPLEO

Población Económicamente Activa (PEA)

Respecto a la Población Económicamente Activa, en el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Oaxaca fue 56.9%, lo que implicó un aumento de 0.54 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (56.3%). La tasa de desocupación fue de 1.63% (29.9k personas), lo que implicó una disminución de 0.24 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (1.87%).

SALUD

Opciones y coberturas de salud

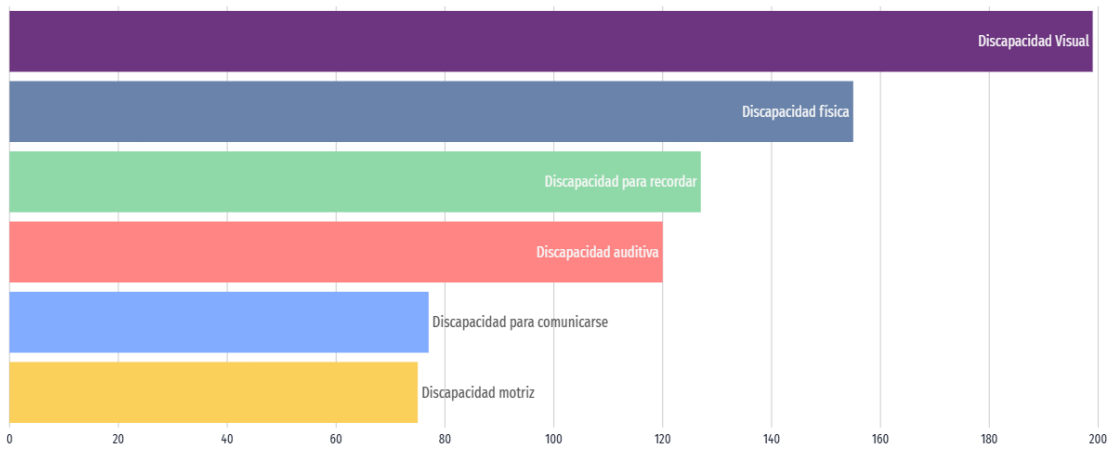
En San Antonino Monte Verde, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron: 4.63k personas usaron Centros de Salud u Hospitales de la SSA (Seguro Popular), 2.31k personas utilizaron algún consultorio, clínica u hospital privado, y por último 287 personas usaron algún consultorio de farmacia.

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (5.93k) y No Especificado (1.35k).

Discapacidad

Las principales discapacidades presentes en la población de San Antonino Monte Verde fueron discapacidad visual (199 personas), discapacidad física (155 personas) y discapacidad para recordar (127 personas).

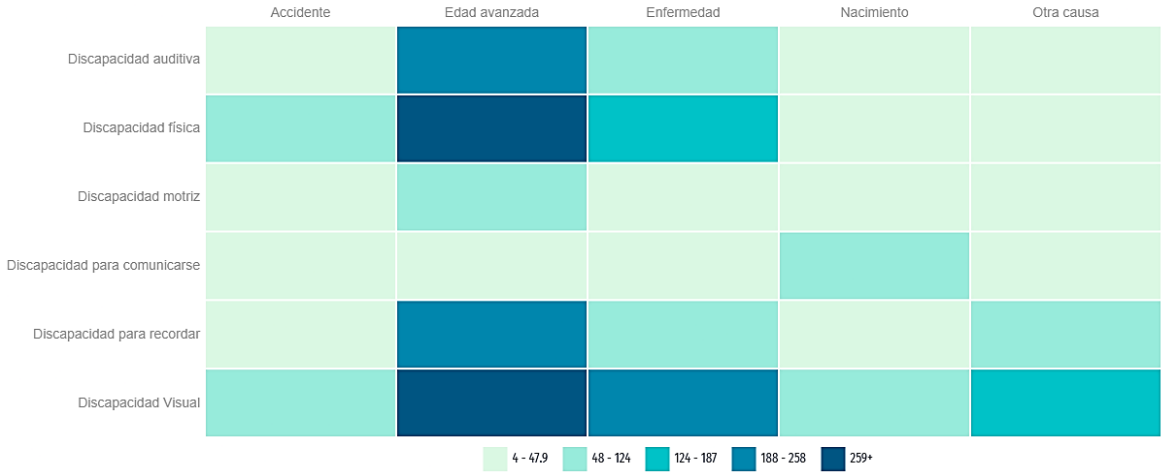
Gráfica III. 26 Discapacidades por tipo de actividad cotidiana.



Fuente: INEGI, 2020.

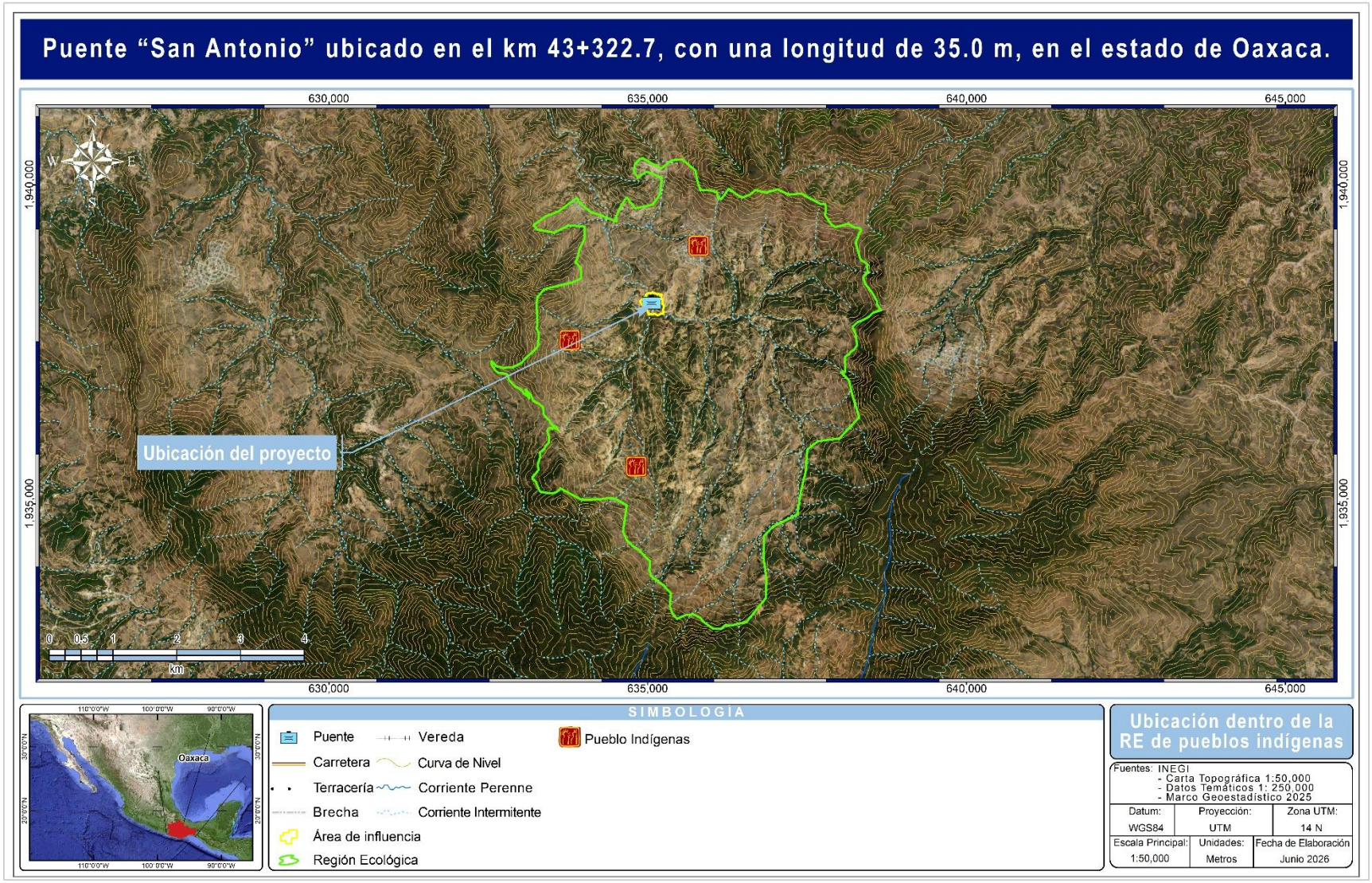
Las causas de las discapacidades se mientras a continuación:

Gráfica III. 27 Causas u orígenes de las discapacidades presentes en la población.



Fuente: INEGI 2020.

Imagen III. 56 Comunidades Indígenas presentes en la RE



Fuente: SECIRA, S. A. DE C. V. 2026.

III.4. Diagnóstico ambiental

Dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental de la Región Ecológica del Puente del proyecto. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

III.4.1. Componentes abióticos

III.4.1.1. Aire

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

- **Aire.** Emisiones de gases: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, enfocado a la zona de estudio.

Emisión de polvos: Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaría al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural.

El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental. En el proyecto existe una calidad (4) Moderada y en partes de la Región Ecológica es Regular/modificado (5).

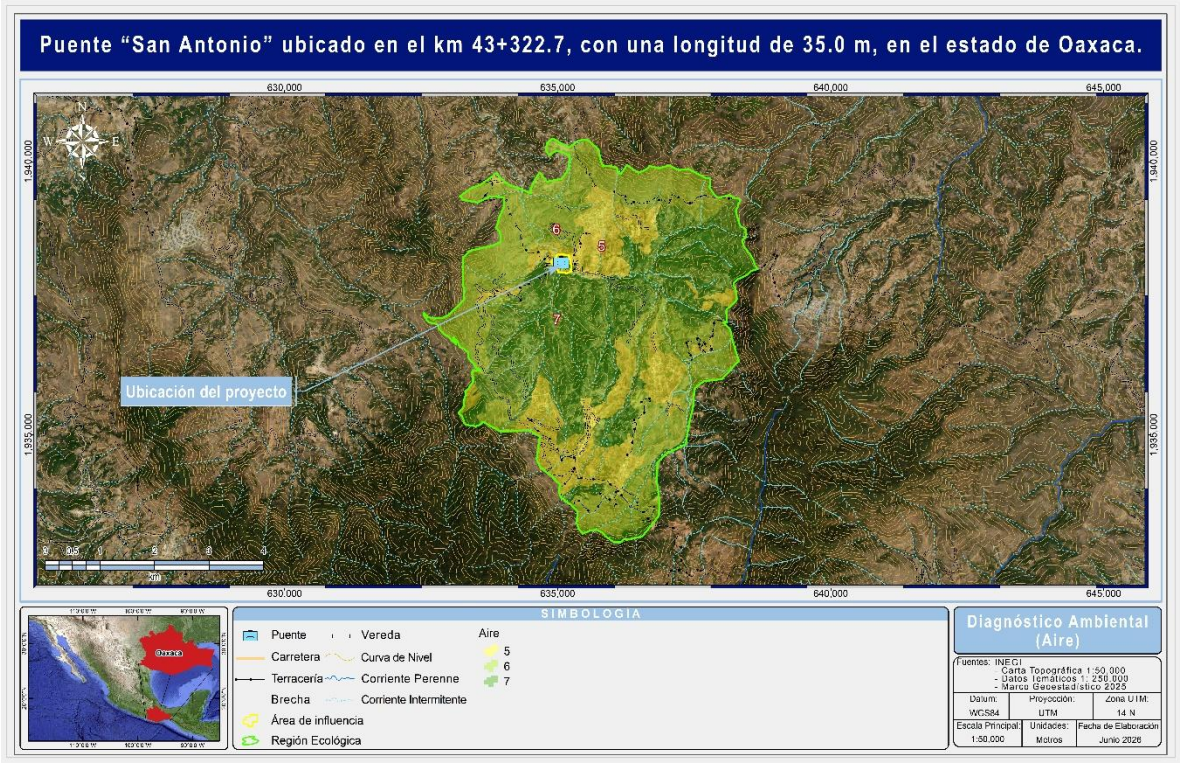
Tabla III. 73 Ponderación del aire

Escala de evaluación	Valor	Emisión de gases	Emisión de polvos
Degradado	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes	Nula visibilidad
Muy mala	2	Emisión de gases por más de 12 horas continúas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas.	Poca visibilidad la mayor parte del tiempo
Mala	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas	Poca visibilidad en horarios pico
Moderada	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día
Regular/modificado	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales)
Aceptable/modificado	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio	Hay liberación de partículas en varios puntos
Buena	7	Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto	Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje
Muy buena	8	Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica	Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje

Escala de evaluación	Valor	Emisión de gases	Emisión de polvos
Sin perturbación	9	Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica	Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Imagen III. 57 Diagnóstico Ambiental a la calidad del Aire



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

La imagen anterior indica que, parte de la superficie de la Región Ecológica presenta tres diferentes escalas de calidad deaire, En la parte central de la Región Ecológica y parte Sur del puente se considera una calidad **Buena** (**7**), con aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto. En sitios mas aislados y sitios con manchones de vegetaciòn, exsite una calidad **Acaptable/modificado (6),** con mpoca emisiones de vehiculos y poca actividad antropica**.** Y cercano al puente se localiza la comunidad de San antonino que presenta una calidad **Regular/modificado** (**5**), esto debido a la existenci de caminos tipo brecha que van hacia los terrenos dedicados a la agricultura.

III.4.1.2. Suelo

En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, siempre es unos de los más impactados, ya que su calidad se ve comprometida. Por lo anterior, se considera que este elemento es un buen indicador para modelar los escenarios.

El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

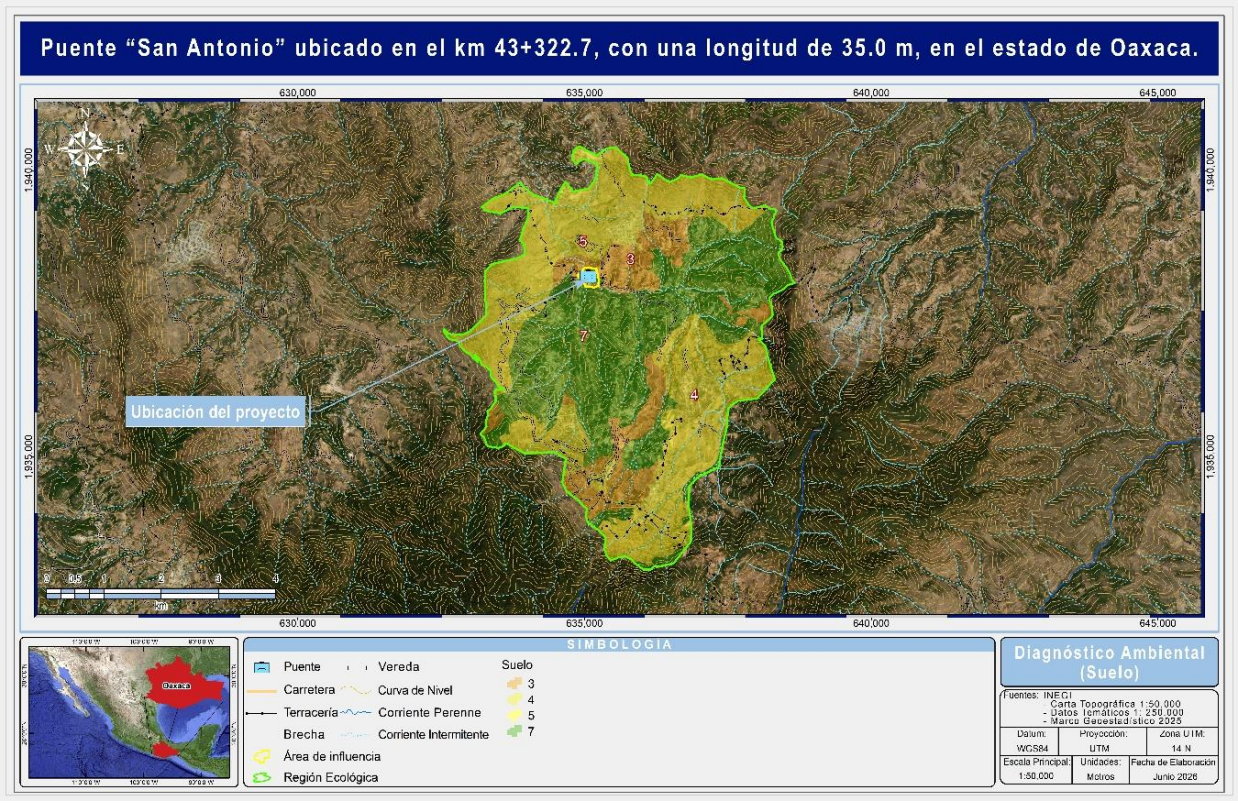
Tabla III. 74 Descripción de los valores de ponderación para el componente suelo.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EROSIÓN
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica.
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica.
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión
Sin perturbación	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión

FUENTE**: SECIRA S.A. DE C.V., 2026**

La Región Ecológica presenta diferentes calidades de suelo, la menor calidad ambiental que es **mala (3),** y corresponde a sitios cercanos a esta la localidad y en sitios abiertos dedicados a la agricultura y que han sido eorionados por esta actividad y ya no existe vegetaciòn natural; la (**puntuación=4, moderada**) cercano a donde se ubica el puente, presenta sitios con brechas y dedicados a algun tipo de agricultura con suelos de textura media, es decir este polígono presenta erosión moderada y en algunas partes existe la presencia de carcavas. La parte Norte y Sur de la Región Ecológica se presenta una calidad **regular/modificaco (5**), en esta zona es donde se ubica la localidad y sitios abierto a`si como terrenos dedicados a la agricultura, por ulitmo con una erosiòn incipiente y con presencia de màs vegeatciòn en el centro de la Región Ecológica se presenta una ponderación igual a **7** (**Buena**).

Imagen III. 58 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (Componente suelo).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

III.4.1.3. Hidrología

Capacidad de infiltración: la evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como: entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación y azolvamiento.

El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

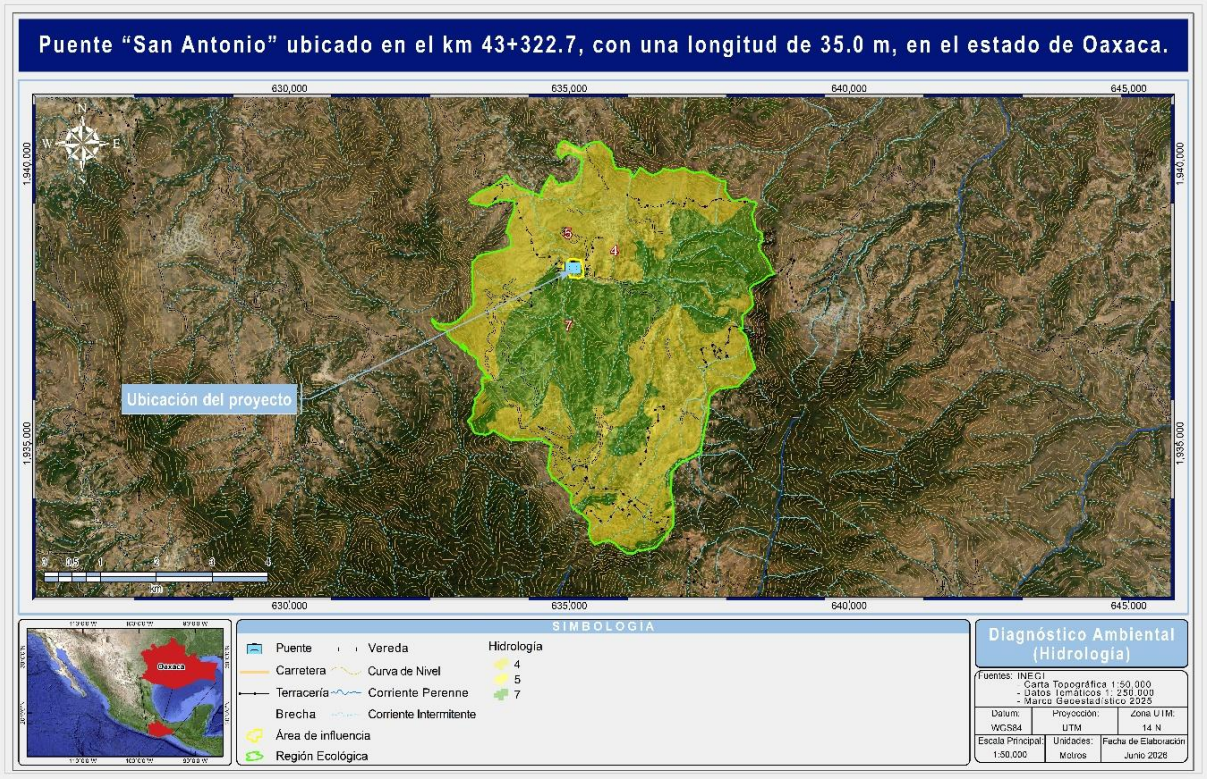
Tabla III. 75 Descripción de los valores de ponderación para el componente hidrología.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua.
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención.
Regular/modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal
Aceptable/modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026

Como se puede apreciar en la imagen siguiente en áreas del centro de la Región Ecológica se presenta una ponderación **(7) Buena** donde en la parte Sur donde existen zonas más altas y con mayor vegetación lo que permite mayor infiltración y retención de agua, en los límites de esta área es donde se llevará a cabo la construcción del puente donde la retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos. En lo que se refiere a la ponderación igual a **5** (**regular**) estos se presentan en ciertos manchones de la Región Ecológica alejados del proyecto. Y la ponderación **4 (moderada),** que es cercano al poblado existe menor infiltración en temporada de lluvias y poca capacidad de retención

Imagen III. 59 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (Componente Agua).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026

III.4.1.4. Geomorfología

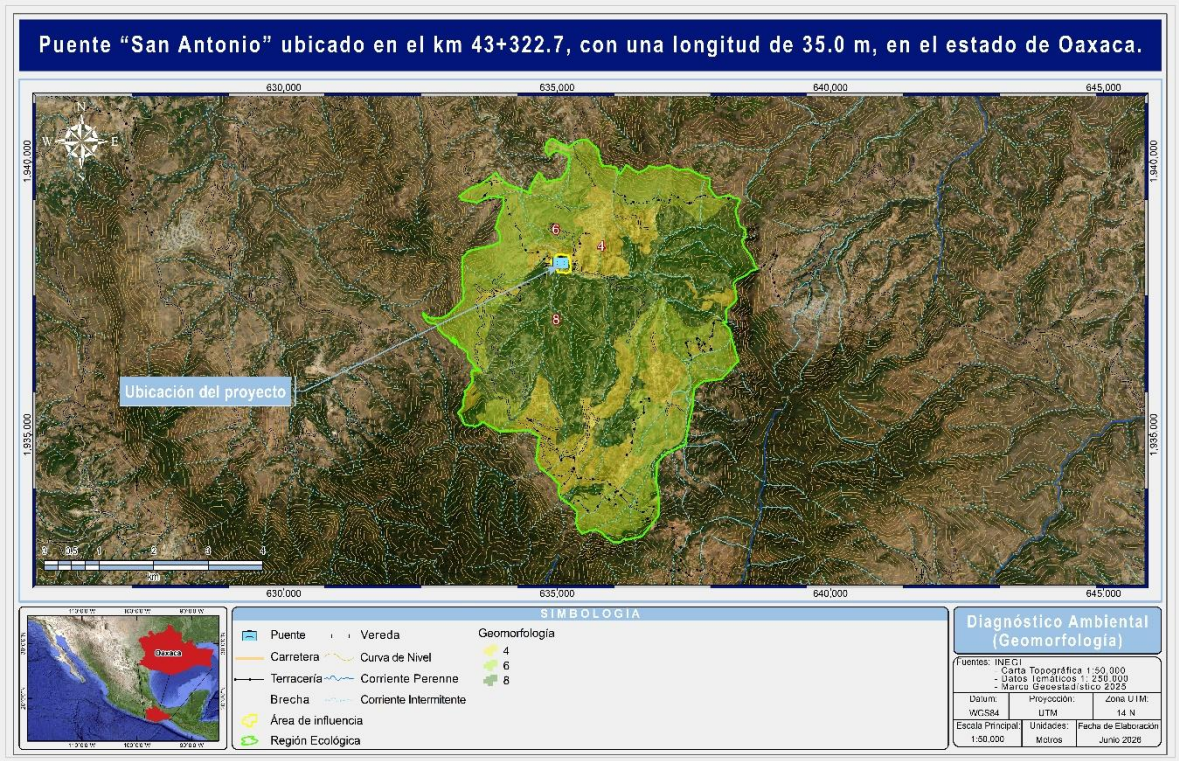
***Intemperismo del material parental*:** este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil. Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

Tabla III. 76 Ponderación de la geomorfología.

Escala de evaluación	Valor	Intemperismo de la roca
Degradado	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano
Muy mala	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales
Mala	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales
Moderada	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca
Regular/modificado	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo
Aceptable/modificado	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca
Buena	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias
Muy buena	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental
Sin perturbación	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026

Imagen III. 60 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (Componente geomorfología).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026

Las zonas con mayor vegetación presentan una ponderación de **8 (muy buena),** donde la formación de suelo presenta contenido orgánico y no ha sido alterado por el hombre. En áreas con menos vegetación pero que son sitios

no tan alterados de presenta una ponderación **6 (aceptable/modificado)** con sitios donde la roca parcialmente transformada en suelo. Mientras en las zonas del poblado, zonas agrícolas y de brechas existentes, presentan una ponderación igual a **4** (**moderada**), lo cual obedece a que se trata de zonas completamente modificadas.

III. 4.2. Componentes bióticos

III.4.2.1. Vegetación.

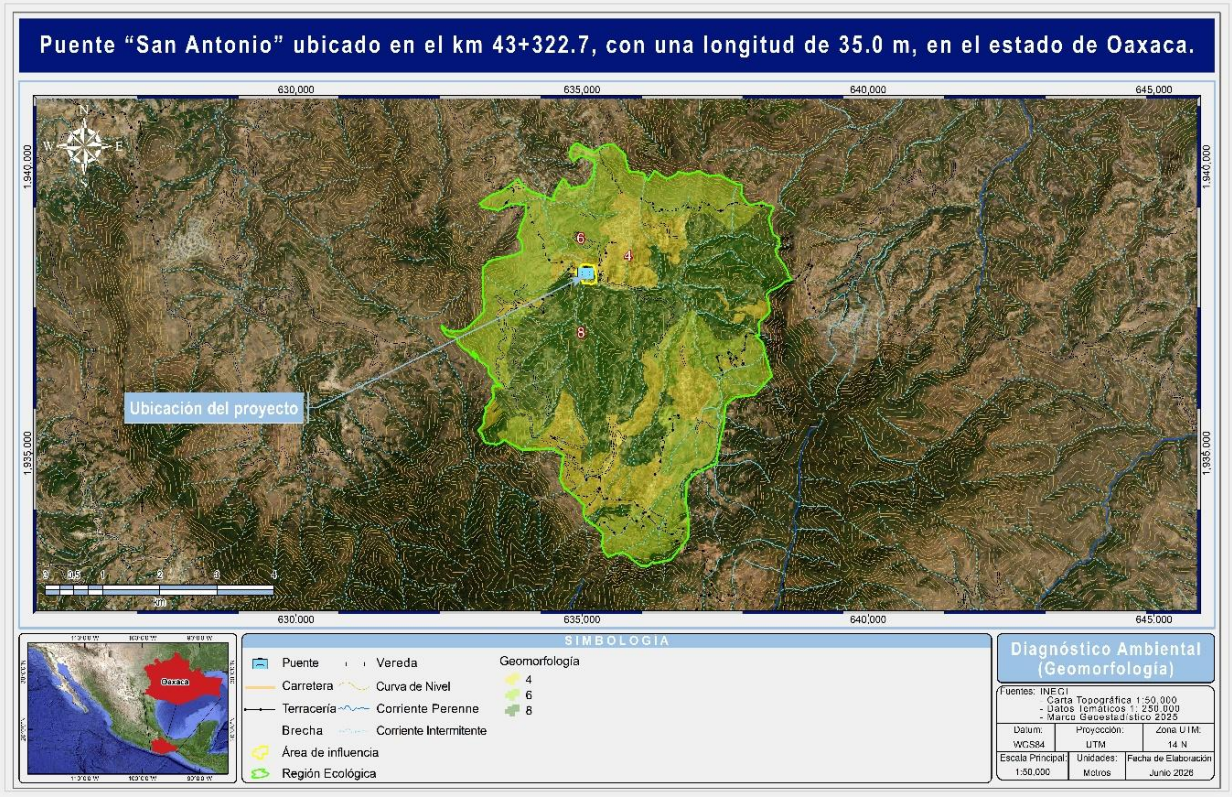
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

Tabla III. 77 Ponderación de la vegetación.

ESCALA DE EVALUACIÓN	ESCALA	% DE COBERTURA VEGETAL EN EL POLÍGONO
Degradado	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono
Bajo estado conservación	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de localidades, caminos o carreteras.
Regular/modificado	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica
Buena	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Imagen III. 61. Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente vegetación).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026

De acuerdo con el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un mosaico de remanentes de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de encino, Pastizal inducido en diferentes en estados de sucesión, en su mayoría con vegetación secundaria, ha sido transformada en un mosaico de vías de comunicación (brechas) y zonas rurales que han provocado consigo la pérdida y fragmentación del hábitat natural. De acuerdo con esto las áreas más conservadas en la RE hay una ponderación igual a **7 (Buena)**. En zonas más afectadas hay una ponderación igual a **3 (bajo estado de conservación)**, donde la cobertura vegetal es menor y se presenta en manchones y en las áreas con escasa vegetación; y en la zona del poblado, zonas agrícolas y caminos de terracería y la zona donde se construirá el puente la ponderación es igual a **1 (degradado)**.

III.4.2.2. Fauna

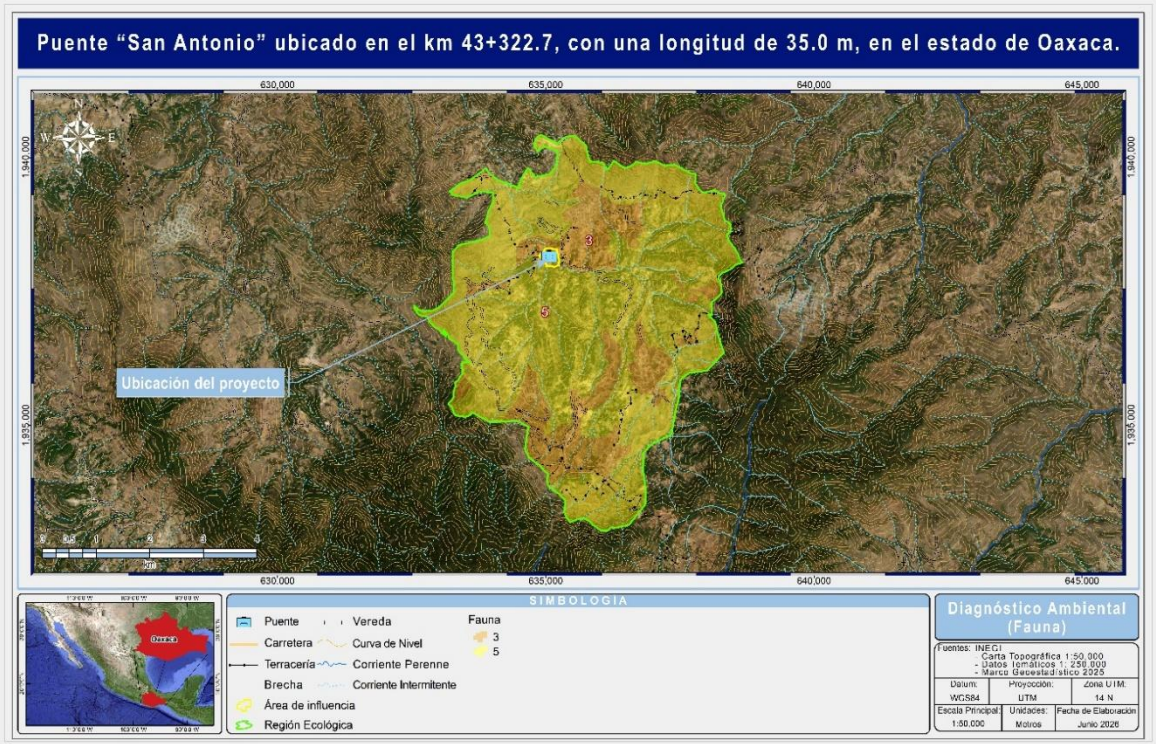
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el Puente del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

Tabla III. 78. Ponderación de la fauna.

Escalas de evaluación	Valor	Índice de shannon
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026

Imagen III. 62 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente fauna).



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen las zonas catalogadas como **moderada (escala 5)**, ya que en estas zonas presentan una vegetación más conservada y sin perturbación para el libre tránsito de la fauna. Cercano al proyecto la ponderación es **mala (escala 3)**, donde los recursos son más limitados por la reducida vegetación, por mencionar algunas consecuencias de la existencia de este tipo de vías de comunicación y sus efectos directos sobre la fauna del lugar.

III.4.2.3. Presencia antrópica.

Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas del matorral, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a la colonización sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos.

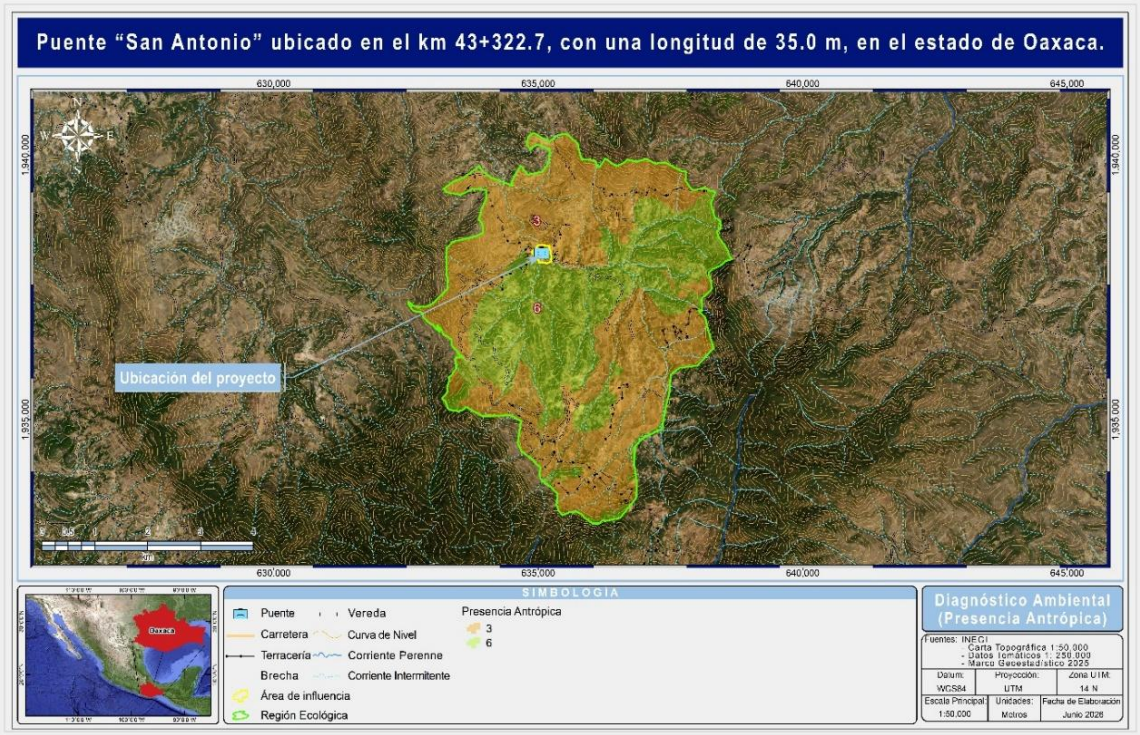
Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, Localidades rurales y Localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

Tabla III. 79. Ponderación de la presencia antrópica.

RANGOS		VIALIDADES	ASENTAMIENTOS HUMANOS
ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	POR TIPO DE VIALIDAD	PRESENCIA DE LOCALIDADES URBANAS Y/O RURALES
9	Sin perturbación	Cuando no existen vías de comunicación	Sin presencia de asentamientos humanos
6	Buena	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 habitantes)
3	Moderada	Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2500 habitantes)
1	Aceptable/modificado	Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural.

FUENTE: SECIRA S.A. DE C.V., 2026

Imagen III. 63. Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente presencia antrópica).



FUENTE: SECIRA S.A. DE C.V., 2026

En la imagen anterior se puede observar que en el centro de la Región Ecológica hay manchones de vegetación más conservada lo que representa una **Buena (6) calidad** ambiental. Mientras que en las zonas donde existe presencia antropogénica y lo que hace que haya caminos de terracería, brechas y sitios agrícolas hacen que se tenga una condición **moderada (3)**.

III.5. Reporte General de Incidencias del Proyecto

Con la finalidad de identificar y cuantificar la interacción espacial del proyecto denominado: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.** Con los diferentes componentes ambientales presentes en el territorio, se realizó un análisis de incidencias mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este análisis considera tanto la superficie directamente requerida por el proyecto permitiendo reconocer las coincidencias espaciales con los diferentes tipos de uso de suelo y vegetación, cuerpos y corrientes de agua, áreas de importancia ambiental y ecosistemas relevantes.

Para la determinación de las incidencias se llevó a cabo la sobreposición del polígono georreferenciado del proyecto con información cartográfica temática de fuentes oficiales, complementada, cuando fue necesario, con la información obtenida durante los recorridos y trabajos de campo. A partir de dicha intersección espacial se determinó la superficie involucrada para cada tipo de incidencia y su representación porcentual respecto de la superficie total del proyecto, con el propósito de contar con elementos cuantitativos que permitan caracterizar las condiciones ambientales del sitio y sustentar posteriormente la identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados con la ejecución de la obra.

Los resultados se presentan agrupados en las siguientes categorías:

- Uso de suelo y vegetación
- ANP Federal
- ANP Estatal
- ADVC
- Sitios Ramsar
- AICAS
- RTP
- RHP
- RMP
- Humedal
- Manglar
- Corrientes y cuerpos de agua
- Ecosistemas relevantes

Para cada una se indica la incidencia identificada, la superficie de interacción y el porcentaje que representa respecto de la superficie total del proyecto. Esta información constituye además un insumo para determinar los componentes ambientales susceptibles de afectación y establecer, en los capítulos correspondientes de la presente MIA-P, las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensaciones aplicables.

Tabla III. 80 Reporte general de incidencias.

Incidencia	Descripción	Elemento del Proyecto que incide	Superficie de incidencia	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
Uso de suelo y vegetación	Camino existente y Agricultura de temporal anual	Acceso 1 (incluye losa de acceso)	279.89 m²	20.04%
	Camino existente y Agricultura de temporal anual	Terraplén de acceso 1	280.82 m²	20.10%
	Sobre cauce del río San Antonio	Superestructura	321.53 m²	23.02%
	Camino existente y Agricultura de temporal anual	Acceso 2 (incluye losa de acceso)	280.01 m²	20.05%
	Camino existente y Agricultura de temporal anual	Terraplén de acceso 2	234.56 m²	16.79%
ANP Federal	Tlaxiaco	Todos los elementos	1396.81 m²	0.00%
ANP Estatal	N/A	N/A	0.00 m²	0.00%
ADVC	N/A	N/A	0.00 m²	0.00%
Sitios Ramsar	N/A	N/A	0.00 m²	0.00%
AICAS	N/A	N/A	0.00 m²	0.00%
RTP	N/A	N/A	0.00 m²	0.00%
RHP	N/A	N/A	0.00 m²	0.00%
RMP	N/A	N/A	0.00 m²	0.00%
Humedal	N/A	N/A	0.00 m²	0.00%
Manglar	N/A	N/A	0.00 m²	0.00%
Corrientes y cuerpos de agua	Río San Antonio	Estructura	183.41 m²	13. 13%
Ecosistemas relevantes	N/A	N/A	0.00 m²	0.00%

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN. 6

IV.I METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS, EN PARTICULAR LOS IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES; ASÍ COMO, LA JUSTIFICACIÓN DE SU SELECCIÓN. 6

IV.1 Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales 7

IV.1.1. Justificación de las metodologías seleccionadas 8

IV.1.2. Identificación de Impactos Ambientales 8

IV.1.3. Criterios y metodologías de evaluación 40

IV.II IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 42

IV.2 Evaluación de los impactos ambientales 42

IV.2.1. Análisis de impactos ambientales ponderados 44

IV.2.2. Selección y descripción de los impactos significativos 60

IV.3. Impactos Acumulativos y Residuales 66

IV.3.1. Impactos Acumulativos 66

IV.3.2. Impactos residuales 67

IV.4 Indicadores de impacto. 68

IV.5 MEDIDAS DE MITIGACIÓN A IMPLEMENTAR EN EL PROYECTO 71

IV.6 AGRUPACIÓN DE IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COPMPENSACIÓN PROPUESTAS. 89

IV.7 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O DEL SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 94

IV.8 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO. 98

IV.8.1 Programa de Rescate y Reubicación de Flora 100

IV.8.2 Programa de Rescate y Reubicación de Fauna 102

IV.8.3 Programa de Restauración Forestal de Suelos, y Cuerpos Hídricos 107

IV.9 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL. 120

IV.10 Pronósticos ambientales y en su caso, Evaluación de Alternativas 123

IV.11. Metodología para modelar los escenarios ambientales 125

VII.2. Diagnostico Ambiental para la Modelación de Escenarios 128

VII.2.1. Medio Abiótico 128

VII.2.3 Medio Biótico 136

VII.2.4. Medio Socioeconómico 139

VII.3. Descripción y Análisis de Escenarios 142

VII.3.1. Descripción del escenario actual 142
VII.3.2. Descripción y análisis del escenario tendencial sin proyecto 144
VII.3.3. Descripción y análisis del escenario con proyecto sin ejecutar medidas de mitigación 147
VII.3.4. Descripción y análisis del escenario con proyecto, ejecutando medidas de mitigación 151
VII.4. Pronóstico Ambiental 155
VII.5. Conclusiones 156
ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA 157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1 Criterios de sensibilidad ambiental 8
Tabla IV. 2 Clasificación de los grados de sensibilidad 11
Tabla IV. 3 Análisis de sensibilidad para la línea base del proyecto 12
Tabla IV. 4 Impactos y actividades actuales en la RE y sitio del proyecto. 16
Tabla IV. 5 Lista de chequeo para la identificación de impactos del proyecto por etapa. 20
Tabla IV. 6 Resumen de resultados de la aplicación de la lista de verificación. 21
Tabla IV. 7 Factores y atributos del medio físico y biótico considerados para la construcción de la matriz de interacción de impactos del proyecto. 26
Tabla IV. 8 Interpretación del diagrama de red 29
Tabla IV. 9 Matriz de impactos para la identificación de interacciones. 33
Tabla IV. 10 Matriz de cribado aplicada donde se indica magnitud e intensidad de cada impacto. 34
Tabla IV. 11 Código de colores para diferenciar impactos ambientales presentados en la matriz. 35
Tabla IV. 12 Matriz descriptiva de los impactos identificados 36
Tabla IV. 13 Valores del índice de incidencia para la valoración de impactos ambientales. 40
Tabla IV. 14 Significancia de impactos ambientales. 40
Tabla IV. 15 Valoración de los impactos ambientales identificados 43
Tabla IV. 16 Resumen del impacto total del proyecto 47
Tabla IV. 17 Magnitud e importancia de las interacciones en la etapa de preparación 49
Tabla IV. 18 Magnitud e importancia de las interacciones en la etapa de construcción 51
Tabla IV. 19 Magnitud e importancia de las interacciones en la etapa de operación y mantenimiento 54
Tabla IV. 20 Clasificación de la ponderación de los impactos 56
Tabla IV. 21 Categorías de los impactos evaluados con el índice de incidencia (Ivn) 60
Tabla IV. 22 Jerarquización de los impactos negativos 60
Tabla IV. 23 Porcentaje de acumulación de los impactos ambientales negativos 61
Tabla IV. 24 Descripción de los impactos ambientales negativos con mayor significancia 62
Tabla IV. 25 Categorías de los impactos evaluados con el índice de incidencia (Ivn) 64
Tabla IV. 26 Jerarquización de los impactos positivos 64
Tabla IV. 27 Porcentaje de acumulación de los impactos ambientales positivos 64
Tabla IV. 28 Descripción de los impactos ambientales positivos que generaran las actividades con mayor acumulación 65
Tabla IV. 29 Clasificación de los impactos por su caracterización. 66
Tabla IV. 30 Caracterización de la acumulación en los impactos significativos. 66
Tabla IV. 31 Caracterización de los impactos residuales. 67
Tabla IV. 32 Indicadores para el seguimiento de los impactos ambientales derivados del proyecto. 69

Tabla IV. 33 Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental del proyecto. 70
Tabla IV. 34 Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna. 71
Tabla IV. 35 Medidas de Mitigación de los Impactos Generados 72
Tabla IV. 36. Medidas de mitigación para las actividades la Preparación del Sitio 76
Tabla IV. 37 Medidas de mitigación para las actividades la Construcción 79
Tabla IV. 38 Medidas de mitigación para las actividades la Operación 82
Tabla IV. 39 Medidas de mitigación para las actividades la Mantenimiento 83
Tabla IV. 40. Medidas de mitigación y su relación con los impactos evaluados. 86
Tabla IV. 41 Agrupación de las medidas de mitigación, por tipo de impacto ambiental para el proyecto. 89
Tabla IV. 42 Características de las medidas de mitigación 94
Tabla IV. 43 Seguimiento de las acciones de Rescate de Flora. 102
Tabla IV. 44 Seguimiento de las acciones de Protección de Fauna. 107
Tabla IV. 45 Seguimiento de las acciones de reforestación. 118
Tabla IV. 46 Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades) 119
Tabla IV. 47 Costos de referencia para compensación ambiental 120
Tabla IV. 48 Costo de la planta 120
Tabla IV. 49 Salario Mínimo de la región 120
Tabla IV. 50 Número de plantas por hectárea. 121
Tabla IV. 51 Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento 121
Tabla IV. 52 Niveles de equivalencia para la compensación ambiental 121
Tabla IV. 53 Indicadores de impacto ambiental establecidos para el proyecto. 123
Tabla IV. 54 Formato matriz de impactos cruzados. 125
Tabla IV. 55 Descripción de los valores en la brecha ambiental 127
Tabla IV. 56 Descripción de los valores de ponderación para el componente Atmosférico 128
Tabla IV. 57 Calidad del aire existente en la RE y el AIP. 130
Tabla IV. 58 Descripción de los valores de ponderación para el componente suelo. 130
Tabla IV. 59 Erosión existente en la RE y el AIP. 132
Tabla IV. 60 Descripción de los valores de ponderación para el componente hidrología. 132
Tabla IV. 61 Capacidad de Infiltración existente en la RE y el AIP. 134
Tabla IV. 62 Ponderación de la geomorfología. 134
Tabla IV. 63 Ponderación de la geomorfología. 135
Tabla IV. 64 Descripción de los valores de ponderación para el componente vegetación. 136
Tabla IV. 65 Ponderación de la Vegetación. 137
Tabla IV. 66 Descripción de los valores de ponderación para el componente fauna. 137
Tabla IV. 67 Ponderación de la Fauna. 138
Tabla IV. 68 Descripción de los valores de ponderación para el componente socioeconómico 139
Tabla IV. 69 Ponderación de la presencia Antrópica. 140
Tabla IV. 70 Ponderación de la calidad ambiental. 141
Tabla IV. 71 Calidad ambiental de los elementos de la RE. 141
Tabla IV. 72 Ponderación inicial de la calidad ambiental para la modelación KSIM de la RE 142
Tabla IV. 73 Comportamiento de la Calidad Ambiental de la Región Ecológica, a corto, mediano y largo plazo, sin la construcción del proyecto. 144
Tabla IV. 74 Comportamiento de la Calidad Ambiental de la Región Ecológica, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto y sin medidas preventivas y/o mitigantes. 147
Tabla IV. 75 Comportamiento de la Calidad Ambiental de la Región Ecológica, a corto, mediano y largo plazo, con medidas de mitigación. 151

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen IV. 1 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente Atmosférico). 129
Imagen IV. 2 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente suelo). 131
Imagen IV. 3 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente Hidrología). 133
Imagen IV. 4 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente Geomorfología). 135
Imagen IV. 5 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente Vegetación). 136
Imagen IV. 6 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente Fauna). 138
Imagen IV. 7 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente socioeconómico). 139

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica IV. 1 Número y tipo de impactos por etapa del proyecto 48
Gráfica IV. 2 Acumulación negativa de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de preparación. 50
Gráfica IV. 3 Acumulación positiva de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de preparación 50
Gráfica IV. 4 Acumulación negativa de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de construcción 52
Gráfica IV. 5 Acumulación positiva de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de construcción 53
Gráfica IV. 6 Acumulación negativa de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de construcción 55
Gráfica IV. 7 Acumulación positiva de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de operación y mantenimiento. 55
Gráfica IV. 8 Distribución de los impactos negativos de acuerdo con el índice de incidencia 57
Gráfica IV. 9 Distribución de los impactos positivos de acuerdo con el índice de incidencia 58
Gráfica IV. 10 Distribución total de la acumulación de los impactos ambientales negativos por actividad 62
Gráfica IV. 11 Distribución total de la acumulación de los impactos ambientales positivos. 65
Gráfica IV. 12 Ponderación de los factores analizados por elementos. 141
Gráfica IV. 13 Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo sin la construcción del proyecto. 145
Gráfica IV. 14 Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo sin la construcción del proyecto 145
Gráfica IV. 15 Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la construcción del proyecto sin implementar medidas preventivas y mitigantes 148
Gráfica IV. 16 Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la construcción del proyecto sin medidas de mitigación. 149
Gráfica IV. 17 Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la ejecución de medidas de mitigación. 152
Gráfica IV. 18 Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la ejecución de medidas de mitigación. 153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV. 1 Proceso de una EIA 6
Figura IV. 2 Diagrama de red de las condiciones actuales/ consecuencias y efectos 28
Figura IV. 3 Modelo PER para el proyecto. 68
Figura IV. 4 Elementos del Programa de Vigilancia Ambiental. 99
Figura IV. 5 Orden que se seguirá el diseño de plantación. 111

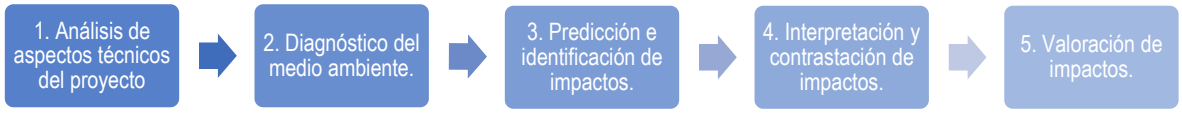
CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.

IV.I METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS, EN PARTICULAR LOS IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES; ASÍ COMO, LA JUSTIFICACIÓN DE SU SELECCIÓN.

El impacto ambiental es definido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente como cualquier modificación al ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para la protección del ambiente y la preservación y restauración de los ecosistemas, con el fin de evitar, reducir al mínimo sus efectos negativos sobre al medio ambiente.

El objetivo de este capítulo es identificar y evaluar los impactos ambientales que se pueden originar por la realización del proyecto. Adicionalmente, se describirán los impactos ambientales conforme a criterios establecidos, las medidas a desarrollar para proteger,
Comúnmente, la EIA se desarrolla mediante un proceso secuencial de cinco fases como se muestra en la siguiente figura:

Figura IV. 1 Proceso de una EIA



Fuente: (Arboleda, 2008), (Abarca, 2012), (Angel et al., 2010), (Conesa, 2010), y (Wright, 2014).

Como se puede ver en la figura anterior, el proceso de evaluación de impacto ambiental se puede llevar a cabo en cinco pasos. A continuación, se describe cada uno de ellos:

- **Fase de análisis de aspectos técnicos del proyecto:** consiste en la caracterización del proyecto en referencia a su localización, proceso, fases técnicas y, como cada una de estas interactúan con las dimensiones o factores del ambiente (Angel *et al.,* 2010).
- **Fase de diagnóstico del medio ambiente:** en la que se desarrolla la línea base ambiental con la recopilación, verificación, actualización y sistematización de información sobre el estado actual del área o áreas a intervenir en términos de calidad y cantidad de recursos ambientales (Angel *et al.,* 2010), (Liu, Ko, Fan, & Chen, 2012).
- **Fase de predicción e identificación de impactos:** en donde se utilizan varias herramientas que buscan reunir todos aquellos efectos positivos o negativos del proyecto sobre su entorno (Arboleda, 2008). En esta etapa se definen los indicadores para cada parámetro ambiental.

- **Fase de interpretación y contrastación:** en la cual se realiza el control de campo y con las partes interesadas (comunidad/ciudadano, empresa/contratista, institucionalidad/funcionario público) con el fin de validar los impactos previamente identificados.
- **Fase de valoración de impactos:** se hace a través de la identificación y selección de medidas de impacto cualitativas/cuantitativas, y la determinación de los atributos de calificación ambiental (Aconcha, Garzón, & Arévalo, 2010), obteniendo escalas numéricas o rangos que permitirán la jerarquización de la importancia de los impactos. Cada impacto que resulte como importante deberá ser descrito según su calificación y, gestionado en el plan de manejo ambiental.

IV.1 Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales

A continuación, se describe la secuencia de los pasos para aplicar los diferentes métodos seleccionados para la identificación, evaluación y ponderación de los impactos ambientales que se prevé genere la construcción del proyecto.

1. Como primer punto se realiza un análisis de sensibilidad a partir de la línea base del sitio obtenida de la etapa de caracterización del sitio y plasmada en el capítulo IV de este documento.
2. Posteriormente se describen y analizan el conjunto de actividades que se llevarán a cabo, dentro de la obra, lo cual requiere las particulares y especificaciones puntales, en tiempo y espacio, así como la valoración de la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales.
3. Posteriormente se procede a la elaboración de un listado de actividades de cada etapa del proyecto, el cual se agrupan en las siguientes etapas:
   - Preparación del sitio,
   - Construcción,
   - Operación y Mantenimiento

En cada etapa se describen las distintas actividades a realizar, lo que permite una mayor comprensión e interpretación de los efectos sobre el ambiente. Este listado de actividades permite fundamentar las bases del Método de lista de chequeo, como primera actividad de identificación de impactos ambientales generados por el proyecto.

Una vez obtenido el listado de cotejo de la actividad se procede al análisis de impactos ambientales mediante una lista de chequeo compuesta.

4. Una vez integrada la lista de chequeo compuesta se realiza una red bayesiana integrada mediante análisis independientes de un grupo de expertos, con el objetivo de realizar una identificación completa de las posibles interacciones y sus posibles efectos primarios, secundarios y terciarios.
5. Posteriormente, realizada la primera aproximación de factores que serán impactados y las acciones que generarán dichos impactos, se refuerza la investigación con un análisis de interacciones con los atributos ambientales. Dicho análisis requiere el siguiente procedimiento. Se enlistan los factores y atributos ambientales que se consideran relevantes, después de una discusión y análisis interdisciplinario, pueden llegar a ser afectados por una o varias etapas de la obra, elaborando el listado de cotejo cada una obra tipo. Los factores ambientales listados son: geomorfología, suelo, aire, hidrología superficial, vegetación, fauna, hábitat, paisaje, factores sociales y económicos.
   En las columnas se colocan las etapas del proyecto de manera horizontal, los factores y atributos ambientales desglosados se colocan de manera vertical, para identificar las interacciones potenciales. Se procede a la elaboración de una matriz de cribado estableciendo magnitud e importancia.
6. Una vez identificadas las interacciones entre las actividades de la obra y los atributos ambientales y de acuerdo con el tipo de impacto se procede a la valoración semicuantitativa de ellos, conforme a los criterios ambientales definidos.

7. Se procede a analizar los resultados y establecer las jerarquías de las actividades identificadas y ponderadas como las de mayor impacto, a fin de establecer las medidas de mitigación de manera directa y considerando la relevancia de la actividad a atender.

IV.1.1. Justificación de las metodologías seleccionadas

Con las metodologías utilizadas se superan y cubren las deficiencias inherentes de cada técnica aplicada, lo cual permite garantizar que tiene una evaluación integral y de una mayor cobertura y comprensión de las actividades del proyecto sobre los factores y atributos ambientales considerados.

IV.1.2. Identificación de Impactos Ambientales

IV.1.2.1. Análisis de sensibilidad

La línea base del Proyecto, se realizó con fundamento al análisis de los componentes ambientales que pueden ser indicadores ambientales de acuerdo con su sensibilidad: geomorfología, suelos, hidrología y los elementos bióticos vegetación y fauna, para obtener las zonas de sensibilidad y elementos relacionados.

La **Sensibilidad Ambiental** se entiende como el potencial de afectación (transformación o cambio) que pueden sufrir los componentes ambientales como resultado de la alteración de los procesos físicos, bióticos y socioeconómicos debido a las actividades de intervención antrópica del medio o debido a los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente (Márquez *et al.,* 2013).
Asimismo, la sensibilidad ambiental implica la definición de una escala de valoración, para indicar el grado de susceptibilidad del medio en relación con el agente generador de perturbaciones. Las clases en cuestión y las valoraciones asignadas, de acuerdo con una escala que indica más cualidad que cantidad, están enfocadas particularmente en las variables consideradas más relevantes para el proyecto.

La importancia de analizar la sensibilidad ambiental radica en que sirve como una herramienta para determinar la susceptibilidad del medio y la forma en que puede impactar en él. Se puede anticipar cuales son los componentes con mayor riesgo a sufrir alteraciones que afecten la Región Ecológica (Reyes Olivares, A. & Miranda Rosales, V. 2023).

A continuación, se presenta un análisis de sensibilidad para cada uno de los elementos ambientales que se podrán ver impactados como consecuencia de la ejecución de las actividades del proyecto. Los indicadores de sensibilidad, así como los grados de sensibilidad que representa cada uno son:

Tabla IV. 1 Criterios de sensibilidad ambiental

Aspecto	Condición	Valoración de sensibilidad	Grado de sensibilidad
Relieve	<10%	1	Muy bajo
Relieve	10-30%	2	Bajo
Relieve	30-50%	3	Medio
Relieve	>50%	4	Alto
Suelo	Suelo con erosión leve	2	Bajo
Suelo	Sin erosión	1	Muy bajo
Suelo	Suelo con erosión moderada	3	Medio
Suelo	Suelo con erosión severa	3	Medio
Suelo	Suelo con erosión Muy severa	4	Alto

Aspecto	Condición	Valoración de sensibilidad	Grado de sensibilidad
Geología	Gneises	1	Muy bajo
Geología	Granito	1	Muy bajo
Geología	Conglomerados	1	Muy bajo
Geología	Cuarcitas	1	Muy bajo
Geología	Esquistos	2	Bajo
Geología	Riolitas	2	Bajo
Geología	arsénicas	2	Bajo
Geología	Calizas	2	Bajo
Geología	Pizarras	2	Bajo
Geología	Lutitas	4	Alto
Geología	Magras	4	Alto
Geología	Aluviones	3	Medio
USV	Agricultura	1	Muy bajo
USV	Pastizal Natural	3	Medio
USV	Pastizal Cultivado	2	Bajo
USV	Acahual o potrero	1	Muy bajo
USV	Vegetación secundaria arbórea	3	Medio
USV	Vegetación secundaria arbustiva	2	Bajo
USV	Bosque de coníferas	4	Alto
USV	Selva	4	Alto
USV	Matorral	3	Medio
USV	Vegetación de galería	3	Medio
USV	Área urbana	1	Muy bajo
Vegetación	Densidad baja	1	Muy bajo
Vegetación	Densidad rala	2	Bajo
Vegetación	Densidad media	3	Medio
Vegetación	Densidad alta	4	Alto
Paisaje	No intervenido	4	Alto
Paisaje	Poco intervenido	3	Medio
Paisaje	Medianamente intervenido	2	Bajo
Paisaje	Fuertemente intervenido	1	Muy bajo
Fauna	Especies en la NOM 059 SEMARNAT 2010	4	Alto
Fauna	Endemismos o presencia de especies de importancia regional	3	Medio
Fauna	Fauna escaza	2	Bajo
Fauna	Nula o muy baja presencia de especies nativas con	1	Muy bajo
Hidrología	Presión por uso >= 80%	4	Alto
Hidrología	Presión por uso>= 40%	3	Medio
Hidrología	Presión por uso >=11%	2	Bajo
Hidrología	presión por uso <= 10%	1	Muy bajo
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes perennes >= 40%	1	Muy bajo
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes perennes 25-39%	2	Bajo

Aspecto	Condición	Valoración de sensibilidad	Grado de sensibilidad
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes perennes 15-24%	3	Medio
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes perennes 5-14%	4	Alto
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes temporales >20%	1	Muy bajo
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes temporales 15-19%	2	Bajo
Hidrología superficial	Caudal ecológico en corrientes temporales >5-9%	3	Medio

Fuente: Elaboración propia con datos INEGI, CONABIO, SGM, SEMARNAT.

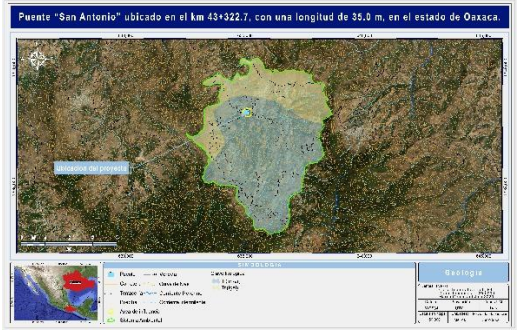
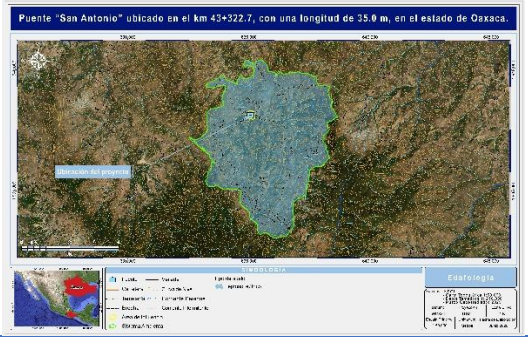
A continuación, se describen los grados considerados como clases de sensibilidad:

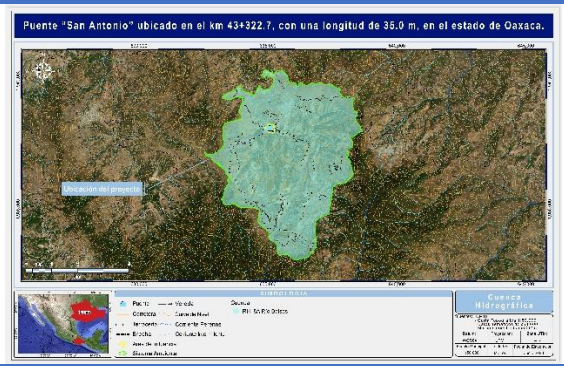
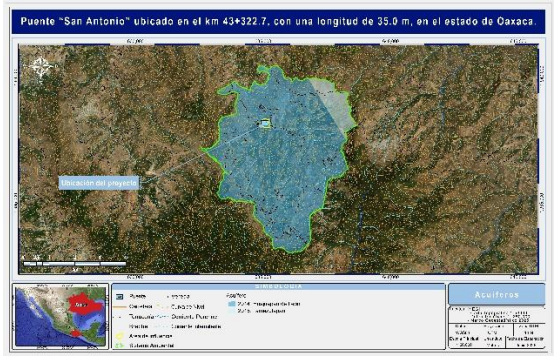
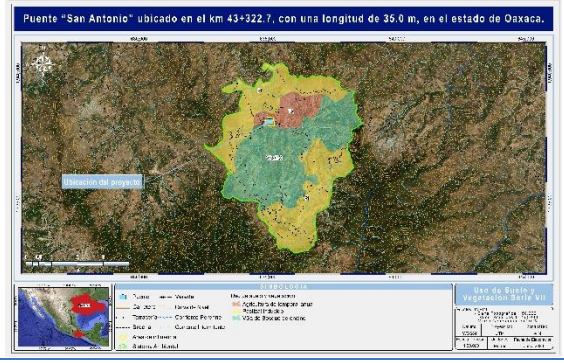
Tabla IV. 2 Clasificación de los grados de sensibilidad

Descripción del grado de sensibilidad	Color de identificación
Sensibilidad Muy baja: se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin complicaciones las acciones del proyecto, donde la recuperación podría ocurrir en forma natural.	
Sensibilidad Baja: se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin problemas las acciones del Proyecto, donde la recuperación, si bien no podría ocurrir en forma natural, puede darse con la aplicación de alguna medida relativamente sencilla.	
Sensibilidad Media: se agrupan aquellos criterios donde existe un equilibrio ecológico o social frágil. Por lo que su recuperación y control exige, al momento de ejecutar un proyecto, la aplicación de medidas que involucran alguna complejidad.	
Sensibilidad Alta: se destacan aquellos criterios donde los procesos de intervención modifican significativamente sus condiciones originales y donde es necesaria la aplicación de medidas complejas de tipos mitigantes.	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla IV. 3 Análisis de sensibilidad para la línea base del proyecto

	Descripción del aspecto en la RE	Cartografía	Valoración de sensibilidad	Grado de sensibilidad
Relieve	El proyecto en su totalidad atraviesa la Sierra Madre del Sur, dentro de la Subprovincia Mixteca Alta y se encuentra influenciado por topoformas de Lomerío con cañadas y la Sierra alta compleja.		**3**	**MEDIO**
Geología	La Región Ecológica se asienta sobre dos zonas. Particularmente, el área del proyecto cuenta con rocas ígneas, volcánicas o subvolcánicas del terciario (Paleógeno-Neógeno) con diferentes características. Sus claves litológicas son: → Ti (Im-ar) → Ts (Igei)		**2**	**BAJO**
Edafología	Referente a la Región Ecológica, se caracteriza por contar con leptosol eútrico. Caracterizado por su alta fertilidad natural y saturación de bases, se considera un suelo muy delgado.		**2**	**BAJO**

	Descripción del aspecto en la RE	Cartografía	Valoración de sensibilidad	Grado de sensibilidad
Hidrología superficial	Los municipios donde se asienta el proyecto forman parte de la región hidrológica RH18 denominada Balsas, en la cuenca RH18A Río Balsas.		**2**	**MEDIO**
Hidrología subterránea	La RE, se localiza sobre dos acuíferos: → 2014 Huajuapan de León de tipo libre heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por arenas finas, arenas gruesas y gravas, cuyo espesor es del orden de 18 metros, el cual tiene un basamento impermeable, formado por rocas metamórficas y granodiorita. → 2015 Tamazulapan de tipo libre heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales de granulometría variada y conglomerados, cuyo espesor puede alcanzar varios metros en el centro del valle. Particularmente el Área del proyecto se asienta sobre el acuífero Huajuapan de León.		**2**	**MEDIO**
USV	La vegetación en la RE y el AIP conforme a la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI serie VII escala 1:250 000 es: → Agricultura de temporal anual. → Pastizal inducido → Veg. Secundaria arbustiva de bosque de encino		**3**	**MEDIO**

	Descripción del aspecto en la RE	Cartografía	Valoración de sensibilidad	Grado de sensibilidad
Vegetación	Con base en el análisis de flora, las especies distribuidas dentro del Sistema Ambiental son *Pinus leiophylla*, *Quercus obtusa, Pinus pseudostrobus, Ipomoea murucoides, Juniperus fláccida, Pinus teocote, Baccharis salicifolia, Asclepias angustifolia, Wigandia ures, Loeselia mexicana, Brickellia veronicifolia, Tithonia tubaeformis,* entre otros.		**3**	**MEDIO**
Fauna	La fauna es relativamente baja, debido probablemente a la baja abundancia de recursos vegetales y a que la floración es marcadamente estacional, condicionando a las especies a adoptar una estrategia de gran movilidad altitudinal (Arizmendi *et al*., 1990). Las pocas especies de fauna reportadas para esta zona se encuentran representadas en algún momento dentro de la superficie específica del proyecto, ya sea como área de paso y percha, sobre todo de algunas aves que toleran en mayor grado la presencia humana. Esto indica que en algún momento dado se localicen dentro del mismo, de tal forma que no existirá afectación a la fauna silvestre de la región por el desarrollo del proyecto.		**2**	**BAJO**
Paisaje	En su mayoría, las unidades presentes son aptas para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje, como es el caso del proyecto, ya que éste se encuentra en un camino con erosión moderada, teniendo clara evidencia de remoción del horizonte superficial. Es decir, que el trazo del proyecto se puede calificar como compatible, esto al presentar una moderada capacidad de acogida ecológica.	NA	**3**	**MEDIO**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

La calidad ecológica se refiere al mantenimiento de los elementos y procesos dentro de un ecosistema, o unidad natural determinada, cuando se introduce un agente de presión que deteriora y modifica la estructura de los procesos, reduciendo dicha calidad. El término **"calidad ecológica"** se refiere, de manera general, al estado de conservación del ecosistema, tomado con base en las características originales del mismo sin perturbación. En este caso al iniciar la construcción de un puente, al introducir agentes de presión, estos inducen una repuesta que puede provocar cambios en la biodiversidad o estructura de los componentes biológicos, que a su vez desencadena una serie de alteraciones, que pueden ser ligeras o muy severas. Específicamente en la zona donde se pretende construir el puente, las condiciones del ambiente distan de conservarse en su estado natural o primario ya que a lo largo del tiempo se han ejercido diversas presiones y modificaciones al entorno propias del desarrollo humano y lo que ello conlleva.

Se puede decir entonces que en la Región Ecológica delimitado donde se inserta el área del proyecto, la calidad ecológica se encuentra en función de las actividades y usos que se le dan a los recursos, en este sentido tenemos que a lo largo y ancho se presentan alteraciones estructurales importantes en cuanto a la estructura de la vegetación y fauna se refiere, al mismo tiempo se presentan alteraciones en la dinámica hidrológica de los cauces y ríos y por ende en la dinámica ecosistémica de la RE, provocando reacciones negativas en cadena sobre otros elementos dentro o fuera del área, en esta se encuentran principalmente las zonas agrícolas y la zona urbana adyacente a la zona del proyecto.

Las actividades agrícolas juegan un papel principal en la presión ejercida hacia los recursos naturales, ya que debido a la ejecución de estas actividades se ha causado la disminución de la cobertura vegetal original y además ha incitado el desplazamiento de la fauna hacia zonas con mayor conservación, lo que ha provocado una modificación de la estructura ambiental del sitio y una pérdida de hábitats y microhábitats primarios, dando pie a la aparición de hábitats de sucesión o también conocidos como secundarios. Del análisis de sensibilidad a partir de la línea base se tiene lo siguiente:

- Falta de instrumentos regulatorios para el ordenamiento territorial en una escala local (municipal).
- En la Región Ecológica del proyecto el grado de deforestación es bajo, sin embargo, se identifican zonas de agricultura, ganadería y los asentamientos humanos se han expandido notablemente en los últimos años.
- En la zona del proyecto se localizaron especies de flora que se encuentran en alguna categoría de riesgo o protección, de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

De esta manera actualmente la problemática ambiental en la Región Ecológica está dada por sus condiciones de calidad y fragilidad ecológica (otorgada por la inestabilidad natural, las limitantes geomorfológicas, la impredecibilidad climática, la estacionalidad y las condiciones geológicas entre otros) así como la marginación social (los municipios, presentan marginación muy alta). De esta manera se deberá tomar en cuenta que el proyecto traerá consigo un mejoramiento para la comunicación a nivel regional y sobre todo seguridad vial para los usuarios.

Del análisis inicial de sensibilidad y de impactos actuales en la RE y sitio de proyecto, se tiene lo siguiente:

Tabla IV. 4 Impactos y actividades actuales en la RE y sitio del proyecto.

Obra o Actividad que se Desarrolla actualmente en la RE	Componente Ambiental que Impacta	Impacto Ambiental Generado	Relación del Impacto					
			Tipo (+/-)	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de Estado
Agricultura	Suelo	Erosión del suelo	-	Permanente	Parcial	Baja	Pérdida de suelo.	Superficie afectada por degradación edáfica.
		Pérdida de las características físicas del suelo	-	Permanente	Parcial	Media	Pérdida de fertilidad.	
		Modificación a la calidad química del suelo	-	Permanente	Parcial	Baja	Contaminación del manto freático.	
	Aire	Modificación a la calidad del aire	-	Permanente	Parcial	Baja	Aumento de gases efecto invernadero.	Promedio anual de las concentraciones diarias y días en los que se excede la norma: monóxido de carbono
	Agua	Modificación a la calidad del agua superficial	-	Permanente	Parcial	Media	Eutrofización.	Demanda bioquímica de oxígeno en aguas superficiales.
		Modificación a la calidad del agua subterránea	-	Permanente	Parcial	Media	Contaminación del manto freático.	Acuíferos sobreexplotados, con intrusión salina y/o bajo el fenómeno de salinización de suelos o aguas subterráneas.
		Modificación a la disposición de agua	-	Permanente	Parcial	Media	Menor disponibilidad para consumo humano.	Disponibilidad natural media per cápita.
	Vegetación	Modificación a la abundancia de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Media	Desplazamiento de fauna.	Extensión de VSa de bosque de encino.
		Modificación a la diversidad alfa de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Media	Desequilibrio de dinámica poblacional.	Especies terrestres mexicanas en riesgo.
	Fauna	Modificación a la diversidad alfa de la fauna	-	Permanente	Puntual	Baja	Desequilibrio de dinámica poblacional.	
		Modificación a la abundancia	-	Permanente	Puntual	Baja	Desequilibrio de dinámica poblacional.	
	Hábitat	Fragmentación del hábitat	-	Permanente	Parcial	Baja	Pérdida de conectividad de corredores biológicos.	Extensión de ecosistemas terrestres naturales.
	Paisaje	Disminución de la calidad del paisaje	-	Permanente	Parcial	Baja	Pérdida de teselas e interacciones bióticas.	Extensión con paisajes naturales.
Ganadería	Suelo	Erosión del suelo	-	Permanente	Parcial	Baja	Pérdida de suelo.	Superficie afectada por degradación edáfica.
		Modificación a las características físicas del suelo	-	Permanente	Parcial	Baja	Pérdida de fertilidad.	

Obra o Actividad que se Desarrolla actualmente en la RE	Componente Ambiental que Impacta	Impacto Ambiental Generado	Relación del Impacto					
			Tipo (+/-)	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de Estado
		Modificación a la calidad química del suelo	-	Permanente	Parcial	Baja	Contaminación del manto freático.	
	Aire	Modificación a la calidad del aire	-	Permanente	Parcial	Baja	Aumento de gases efecto invernadero	Promedio anual de las concentraciones diarias y días en los que se excede la norma: monóxido de carbono
	Agua	Modificación a la calidad del agua superficial	-	Permanente	Parcial	Baja	Eutrofización	Demanda bioquímica de oxígeno en aguas superficiales.
		Modificación a la calidad del agua subterránea	-	Permanente	Parcial	Baja	Contaminación del manto freático.	Acuíferos sobreexplotados, con intrusión salina y/o bajo el fenómeno de salinización de suelos o aguas subterráneas.
		Modificación a la disposición de agua	-	Permanente	Parcial	Media	Menor disponibilidad para extracción o uso.	Disponibilidad natural media per cápita.
	Vegetación	Modificación de la abundancia de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Baja	Desplazamiento de fauna.	Extensión de bosques.
		Modificación de diversidad alfa de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Baja	Desequilibrio de dinámica poblacional.	Especies terrestres mexicanas en riesgo.
	Fauna	Modificación a la diversidad alfa de la fauna	-	Permanente	Puntual	Baja	Desequilibrio de dinámica poblacional.	
		Modificación de la abundancia	-	Permanente	Puntual	Baja	Desequilibrio de dinámica poblacional.	
	Hábitat	Fragmentación del hábitat	-	Permanente	Parcial	Baja	Pérdida de conectividad de corredores biológicos.	Extensión de ecosistemas terrestres naturales.
	Paisaje	Modificación de la calidad del paisaje	-	Permanente	Parcial	Baja	Pérdida de teselas e interacciones bióticas.	Extensión con paisajes naturales.
Establecimiento de asentamientos humanos	Agua	Modificación de la calidad del agua superficial	-	Permanente	Puntual	Media	Aumento de coliformes fecales.	Fosfato total en aguas superficiales.
		Modificación a la disposición de agua	-	Permanente	Puntual	Media	Aumento en el consumo del recurso.	Disponibilidad natural media per cápita.
	Fauna	Modificación de la abundancia de fauna	-	Permanente	Puntual	Media	Desplazamiento de fauna	Especies terrestres mexicanas en riesgo

Obra o Actividad que se Desarrolla actualmente en la RE	Componente Ambiental que Impacta	Impacto Ambiental Generado	Relación del Impacto					
			Tipo (+/-)	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de Estado
	Vegetación	Modificación de la abundancia de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Media	Desplazamiento de fauna.	Extensión de bosques.
		Modificación de diversidad alfa de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Media	Desequilibrio de dinámica poblacional.	Especies terrestres mexicanas en riesgo.
	Aire	Modificación a la calidad del aire	-	Permanente	Parcial	Baja	Aumento de gases efecto invernadero	Promedio anual de las concentraciones diarias y días en los que se excede la norma: monóxido de carbono
	Hábitat	Fragmentación del hábitat	-	Permanente	Parcial	Media	Pérdida de conectividad de corredores biológicos.	Extensión de ecosistemas terrestres naturales.
	Paisaje	Modificación de la calidad del paisaje	-	Permanente	Parcial	Baja	Pérdida de teselas e interacciones bióticas.	Extensión con paisajes naturales.
Transporte de personas y mercancías	Aire	Modificación de la calidad del aire	-	Temporal	Puntual	Media	Disminución de la calidad del aire	Promedio anual de las concentraciones diarias y días en los que se excede la norma: monóxido de carbono
		Cambios al confort sonoro	-	Temporal	Puntual	Media	Exceso de ruido en zonas urbanas y ahuyentamiento de fauna	Promedio anual de niveles sonoros (Db) que exceden los limites permisibles
	Vegetación	Modificación de la abundancia de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Baja	Desplazamiento de fauna.	Extensión de bosque.
		Modificación de diversidad alfa de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Baja	Desequilibrio de dinámica poblacional.	Especies terrestres mexicanas en riesgo.
	Fauna	Modificación de la abundancia de fauna	-	Permanente	Puntual	Baja	Desplazamiento de fauna y atropellamientos	Especies terrestres mexicanas en riesgo.
	Hábitat	Fragmentación del hábitat	-	Permanente	Parcial	Baja	Pérdida de conectividad de corredores biológicos.	Extensión de ecosistemas terrestres naturales.
	Paisaje	Modificación de la calidad del paisaje	-	Permanente	Parcial	Baja	Pérdida de teselas e interacciones bióticas.	Extensión con paisajes naturales.

IV.1.2.2. Lista de Chequeo descriptiva.

Las listas de Chequeo descriptivas. Son un método de identificación muy simple. por lo que se usa para evaluaciones preliminares. En las listas de chequeo descriptivas no se establece la importancia relativa de los diferentes impactos, cosa que deberá realizarse mediante otros métodos suplementarios. Contemplan escuetamente aquellos factores físicos. Bióticos y socioeconómicos que podrían ser afectados por las acciones del proyecto, sin tratar de evaluar los efectos, ni cualitativa ni cuantitativamente.
La aplicación de la lista de chequeo es la primera técnica que nos servirá para identificar las actividades impactantes del proyecto, así como los factores y atributos ambientales comprendidos en el área de estudio.
El análisis se desarrolla en 3 fases o etapas: Preparación del sitio, Construcción y Operación y mantenimiento; de acuerdo con el grupo multidisciplinario evaluador se elaboró una primera lista de chequeo simple para cada etapa del proyecto.
Las características de cada etapa se indican a continuación y se detallan en el listado de actividades.

- **Etapa de preparación del sitio.** Esta etapa tiene como finalidad iniciar las actividades para preparar del terreno, con la finalidad de realizar el análisis respectivo del factor ambiental sobre el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.
- **Etapa de construcción del proyecto**. En esta etapa se tiene como finalidad integrar el proyecto sobre el terreno previamente preparado para soportar dicha infraestructura.
- **Etapa de operación y mantenimiento del proyecto**. Dentro de las actividades de operación y mantenimiento resaltan la revisión y valoración, de manera periódica, de las condiciones mecánicas, condiciones de la carpeta asfáltica y obras de drenaje, con lo que se busca prolongar la vida útil del proyecto.

A continuación, se presenta la identificación y descripción de las actividades que implicarán un cambio, perturbación o efecto sobre el estado actual del ambiente el área del proyecto, dichas actividades se presentan clasificadas por etapa.
A continuación, se presentan las actividades que generarán un cambio por etapa:

ACTIVIDADES CONTEMPLADAS PARA LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO
1. Trazo y delimitación de la zona de afectación.
2. Desmonte de la vegetación.
3. Despalme del suelo.
4. Demolición de subestructura existente
5. Excavación.
6. Manejo y disposición de residuos de obra
7. Instalación de infraestructura de apoyo provisional
ACTIVIDADES CONTEMPLADAS PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN
8. Zapatas de cimentación.
9. Pilotes.
10. Plataforma de puente.
11. Construcción de terraplenes.
12. Juntas de dilatación.
13. Sistemas de drenaje.
14. Parapetos.
15. Acarreos de material
16. Obras complementarias
17. Manejo de residuos de obra
18. Señalamientos
ACTIVIDADES CONTEMPLADAS PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

19. Tránsito de automóviles.
20. Programa de vigilancia.
21. Bacheo, pintura y señalización.
22. Mantenimiento de obras de drenaje.
23. Sistema de Prevención de Accidentes.
24. Mantenimiento de carpeta.

Con la finalidad de identificar premilitarmente los impactos ambientales se utilizó como la técnica de lista de verificación con la cual permite identificar en que etapas del proyecto se producen impactos ambientales.

Tabla IV. 5 Lista de chequeo para la identificación de impactos del proyecto por etapa.

Impactos Generales	Etapas Del Proyecto		
	Preparación del Sitio	Construcción	Operación
1. Sobre el clima			
Incremento de temperatura		X	X
Incremento de lluvias			
Decremento de lluvias			
Aumento de evaporación			
Aumento de nubosidad		X	
2. Sobre el aire			
Contaminación	X	X	X
Ruido	X	X	X
Olores		X	
3. Sobre el suelo			
Pérdida de suelo	X		
Contaminación	X	X	X
Salinización			
Acidificación	X		
Inundación			X
Drenaje	X	X	X
Contaminación	X	X	
Disminución del caudal			
Alteración del caudal		X	
Cambio de uso de suelo			
4. Sobre la Hidrología			
Pérdida de capacidad de infiltración	X	X	X
Pérdida de potencial productivo			
Pérdida de conectividad hídrica	X	X	
Contaminación del cauce	X	X	
Alteración del caudal		X	
5. Sobre vegetación			
Disminución de cobertura vegetal	X		
Pérdida de riqueza de especies	X		
Disminución de la diversidad	X		
Extinción de especies			
Afectación sobre especies endémicas	X		
Afectación sobre especies protegidas	X		
6. Sobre fauna			
Introducción de especies exóticas			
Desplazamiento de fauna	X	X	X
Pérdida de riqueza de especies			
Disminución de la diversidad		X	

Impactos Generales	Etapas Del Proyecto		
	Preparación del Sitio	Construcción	Operación
Extinción de especies			
Afectación sobre especies endémicas			X
Afectación sobre especies protegidas			X
Introducción de especies exóticas			
7. Sobre población			
Pérdida de base de recursos			
Pérdida de empleos			
Alteraciones culturales			
Pérdidas de recursos arqueológicos			
Traslado de población			X
Efectos sobre la economía regional	X	X	X
8. Otros			
Pérdida de paisaje	X	X	
Alteración de sitios singulares			
Afectación a la calidad de vida		X	X

Asimismo, se indica el resumen de impactos que podrán presentarse por el desarrollo del proyecto a cada factor.

Tabla IV. 6 Resumen de resultados de la aplicación de la lista de verificación.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Etapa de Preparación		
Trazo y delimitación del área de afectación	Fauna	Desplazamiento esporádico de la fauna silvestre debido al ruido y presencia humana.
	Uso de Suelo.	El área del proyecto y las zonas donde se realizará la modernización de sus accesos se ubica sobre superficies de Agricultura de temporal. La construcción del puente favorecerá la comunicación y transporte terrestre de la zona.
Desmonte de la vegetación	Suelo.	Al remover el estrato vegetal el suelo quedará sin su capa de retención y susceptible al proceso erosivo de diversas formas.
		La remoción de la capa superficial de suelo afectara la composición de este.
	Aire.	Existirá levantamiento de partículas por lo que se generará contaminación del aire.
		Emisiones a la atmosfera de los vehículos automotores que operen el sitio
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Hábitat.	Afectación al micro ecosistema por el efecto barrera.
	Vegetación	Eliminación de los estratos vegetativos
	Paisaje.	La composición paisajística del sitio se verá modificada en cuanto a calidad.
	Calidad de vida.	Generación de empleos formales para los lugareños
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Despalme de suelo	Suelo	Erosión del suelo y pérdida de los horizontes.
		Remoción de la capa de suelo fértil.
	Aire	Contaminación del aire por partículas suspendidas
		Emisiones a la atmosfera de los vehículos automotores que operen el sitio
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Hábitat	Afectación a los micro ecosistemas por el efecto barrera y su fragmentación.
	Fauna	Perturbación y desplazamiento de la escasa fauna silvestre.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
	Paisaje	La composición paisajística del sitio se verá modificada en cuanto a calidad y numero de teselas.
	Calidad de vida	Generación de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Manejo de residuos vegetales	Aire.	Contaminación del aire por la generación de Polvos.
		Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna por el movimiento de vehículos.
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Suelo.	Compactación del suelo por el tránsito de vehículos en operación
	Fauna.	Desplazamiento de organismos por el ruido local y presencia humana.
	Calidad de Vida.	Generación de empleos locales, con la demanda de mano de obra poco calificada.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales
	Hidrología.	Alteración de la calidad del agua por caída de materiales.
Etapa de construcción		
Excavación para pilotes	Suelo.	Pérdida total de las características físicas del suelo
	Geomorfología	Modificación permanente e irreversible de la topografía específicamente en las superficies de anclaje de los pilotes.
	Aire.	Contaminación del aire por partículas suspendidas.
		Emisiones a la atmosfera de los vehículos automotores que operen el sitio
		Levantamiento de partículas producto de la perforación
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Hábitat.	Afectación a los micro ecosistemas por el efecto barrera.
	Calidad de vida.	Generación de empleos formales
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Seguridad en el trabajo.	Riesgo de accidentes, por uso de equipo pesado.
Nivelación, rellenos y compactación	Calidad de aire.	Contaminación del aire con partículas minerales, a partir del movimiento de tierras.
		Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna por el movimiento de vehículos.
	Suelo	Al compactarse perderá sus características físicas y capacidad de infiltración.
	Seguridad en el trabajo.	Riesgo de accidentes, por uso de equipo pesado.
	Hidrología.	Afectación del comportamiento hidrológico superficial, que pudiera producir inundaciones en los sitios de trabajo y partes bajas del terreno, en época de lluvias y crecidas.
		Contaminación de la calidad del agua por caída de materiales.
	Calidad de vida.	Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
		Generación de empleos para diferentes tipos de población trabajadora.
Cortes	Vegetación	Eliminación de la cobertura vegetal al margen del corte, acentuando la fragmentación de las comunidades vegetales.
	Suelo	Modificación en la composición y perdida de horizontes
	Geomorfología	Modificación permanente e irreversible del relieve, dando como producto un talud más inestable
	Paisaje	Modificación de la composición paisajística y disminución en cuanto a calidad y fragilidad
	Aire	Generación de polvos por el movimiento de tierras
		Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna por el movimiento de vehículos.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Hidrología.	Modificación de la dinámica hidrológica superficial (avenidas)
	Seguridad en el trabajo	Riesgo de accidentes para los trabajadores, en virtud del uso de maquinaria y equipo pesado o falta de capacitación en el trabajo.
	Calidad de vida	Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
		Generación de empleos para diferentes tipos de población trabajadora.
Colocación de zapatas de cimentación y Pilotes.	Suelo.	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural y cauce del río.
		Compactación del suelo
	Geomorfología.	Socavación de las bases de las obras.
		Extracción de materiales edáficos y geológicos
	Hidrología.	Contaminación temporal de aguas superficiales.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales
Plataforma de puente y juntas de dilatación	Paisaje.	Modificación del paisaje al incorporar nueva infraestructura.
	Aire	Contaminación del aire por actividades humanas.
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión de los motores de vehículos.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento del consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Hidrología.	Demanda temporal de agua para la construcción.
		Afectación del comportamiento hidrológico superficial, que pudiera producir inundaciones en los sitios de trabajo y partes bajas del terreno, en época de lluvias y crecidas.
	Geomorfología	Modificación leve e irreversible del relieve.
	Suelo	Compactación del suelo
		Modificación de la calidad del suelo, por contaminación con residuos sólidos, material de construcción y residuos.
Instalación sistema de drenaje	Suelo	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural, existe una exposición de la superficie del suelo y horizontes.
	Geomorfología.	Socavación de las bases de las obras con movimientos de materiales.
	Hidrología.	Contaminación temporal de corrientes superficiales
		Modificaciones temporales del patrón de escurrimiento superficial
	Aire	Generación de ruido
		Levantamiento de polvos
		Contaminación atmosférica por gases de combustión.
	Seguridad en el trabajo.	Riesgo de accidentes para los trabajadores, por uso de maquinaria y equipo pesado o falta de capacitación en el trabajo.
	Calidad de vida.	Generación de empleo.
Acarreo de materiales.	Aire	Contaminación del aire por la generación de Polvos.
		Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna por el movimiento de vehículos.
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Suelo.	Alteración al tipo de suelo producto del cambio de sus propiedades físicas.
		Compactación del suelo por el tránsito de vehículos en operación
	Fauna.	Desplazamiento de organismos por el ruido local y presencia humana.
	Calidad de Vida.	Generación de empleos locales, con la demanda de mano de obra poco calificada.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
	Hidrología	Alteración de la dinámica hidrológica superficial (incremento de flujos).
Construcción de Terraplenes	Hidrología.	Modificación temporal de la calidad de los lechos de los cuerpos de agua intermitentes por caída accidental de materiales particulados finos.
	Geomorfología.	Inestabilidad de taludes y modificación del relieve.
	Suelo.	Erosión gravitacional, eólica e hídrica por desaparición de la cubierta vegetal.
		Modificación de la calidad del suelo, por contaminación con residuos sólidos, material de construcción y residuos.
	Calidad de vida.	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
Colocación de carpeta asfáltica (incluye riegos de liga y sello)	Paisaje.	Modificación del paisaje al incorporar nueva infraestructura.
	Aire	Contaminación del aire por actividades humanas.
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión de los motores de vehículos.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento del consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Hidrología.	Demanda temporal de agua para la construcción.
		Afectación del comportamiento hidrológico superficial, que pudiera producir inundaciones en los sitios de trabajo y partes bajas del terreno, en época de lluvias y crecidas.
	Geomorfología	Modificación leve e irreversible del relieve.
	Suelo	Compactación del suelo
		Modificación de la calidad del suelo, por contaminación con residuos sólidos, material de construcción y residuos.
Manejo y disposición de residuos de obra.	Socioeconómico	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
	Aire	Contaminación del aire por los motores de vehículos.
		Generación de ruido por los camiones de transporte.
		Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales, como servicio los transportes de carga.
Obras complementarias (losas, postes, lavaderos, accesos, parapetos)	Vegetación.	Integración de especies vegetativas nativas para incrementar su densidad.
	Aire	Contaminación del aire por los motores de vehículos.
		Generación de ruido por los camiones de transporte.
		Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales.
	Fauna.	Desplazamiento de avifauna y fauna terrestre.
	Socioeconómico	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra no calificada.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales, como servicio los transportes de carga.
	Paisaje.	Disminución en la calidad del paisaje al instalar señalamientos
		Modificación constante del paisaje.
	Calidad de aire.	Contaminación del aire por actividades humanas.
		Contaminación del aire por los motores de vehículos.
	Calidad de vida.	Generación de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
		Incremento en la seguridad para el usuario
		Generación permanente de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Hidrología.	No existe alteración de la dinámica hidrológica superficial intermitente.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Formación de la capa subrasante y Base Hidráulica.	Aire	Generación de polvos y humo por el empleo de maquinaria y movimiento de materiales.
		Generación de ruido
	Suelo.	Erosión y cambio de las características del suelo, con riesgos potenciales de contaminación.
	Calidad de Vida	Generación de empleos, uso de mano de obra local y poco calificada.
Limpieza del sitio y desmantelamiento de infraestructura provisional	Suelo.	Es benéfica la recolección y disposición de los residuos de asfalto y otros materiales, escombro y residuos sólidos presentes en el derecho de vía, derivados del uso del puente y mantenimiento.
		Contaminación del suelo por la ocurrencia de derrames ocasionales de sustancias como pintura y aceites.
	Calidad del aire.	Emisión de gases de combustión por colocación del asfalto nuevo.
	Paisaje	Mejoramiento del paisaje por eliminación de los elementos extraños
	Seguridad.	Minimización del riesgo de accidentes vehiculares.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleo de mano de obra no calificada.
Rehabilitación de sitios	Suelo	Reducción de la erosión
	Vegetación	Rehabilitación de la vegetación original en los sitios despejados
	Fauna	Regreso de la fauna a los sitios con vegetación
	Paisaje	Mejoramiento del paisaje en los sitios despejados
Etapa de operación y mantenimiento		
Tránsito y transporte	Calidad del aire	Contaminación del aire por la emisión de gases de combustión de los vehículos que circulen por el puente
		Emisión constante de ruido por el tráfico vehicular
	Suelo y agua	Contaminación del suelo y agua, por derrames ocasionales de aditivos, aceites lubricantes, gasolina que son transportados por el agua pluvial hacia los escurrimientos superficiales o al suelo.
	Fauna	Atropellamiento de la fauna silvestre terrestre sobre todo en la zona de accesos.
	Seguridad durante el transporte	Riesgo de accidentes por la circulación de los vehículos e imprudencia de conductores, sobre todo en los cruces con el puente existente.
	Asentamientos irregulares	Crecimiento urbano irregular a la orilla del Proyecto.
	Desarrollo urbano	Incremento en la demanda de bienes y servicios.
Mantenimiento de superestructura.	Suelo.	Generación de residuos.
	Fauna.	Afectación intermitente de la fauna silvestre, con atropellamientos de organismos terrestres.
	Hidrología.	Generación de contaminantes al agua.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Mantenimiento de carpeta.	Suelo.	Gestión de residuos y disposición final.
	Hidrología.	Afectación de la calidad del agua superficial.
	Calidad de vida.	Generación permanente de empleos.
Programa de vigilancia	Geomorfología	Benéfico, para prevenir el deterioro o afectaciones a la estructura del puente.
		Benéfico, para prevenir derrumbes y deslaves
	Calidad de vida	Disminución de accidentes y mayor seguridad para los usuarios

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Es importante enfatizar que una vez realizado este análisis se reitera que la superficie de la poligonal de la Región Ecológica se encuentra con alteraciones previas que han modificado su estructura original, por lo que, si bien el proyecto modificará atributos ambientales, la extensión de estos será local y contribuirá de manera

moderada a la aceleración del proceso degradativo. Se espera que en el mediano plazo la inserción del puente coadyuve a mejorar la dinámica municipal y se generen acciones de protección a las corrientes intermitentes por las que pasará el puente ya que actualmente existe acumulación de sedimentos.
En el presente estudio se adoptan, a partir de la discusión del Listado de Chequeo, los siguientes factores del medio natural y socioeconómico para conformar las matrices de identificación o de interacción de impactos, así como su evaluación:

Tabla IV. 7 Factores y atributos del medio físico y biótico considerados para la construcción de la matriz de interacción de impactos del proyecto.

Medio	Factor Ambiental	Atributos Ambientales
Físico.	Clima.	1. Velocidad del viento.
		2. Insolación.
	Geomorfología.	3. Denudación.
		4. Movimientos de materiales.
		5. Relieve.
	Geología.	6. Material (tipo de roca).
		7. Afloramientos rocosos.
		8. Granulometría (fondo de corriente)
	Suelo	9. Unidad de suelo (tipo).
		10. Erodabilidad.
		11. Profundidad
		12. Capacidad de infiltración
	Aire.	13. Composición gaseosa.
		14. Partículas
		15. Acústica.
	Hidrología Superficial.	16. Dinámica hidrológica
		17. Calidad del agua
	Hidrología subterránea	18. Recarga del acuífero
Biótico.	Vegetación.	19. Diversidad de la vegetación.
		20. Abundancia de la vegetación.
	Fauna.	21. Diversidad de la fauna (terrestre y/o acuática)
		22. Abundancia de la fauna (terrestre y/o acuática)
	Hábitat.	23. Sucesión ecológica.
		24. Composición.
Paisaje	Fondo escénico y estético.	25. Calidad visual.
		26. Fragilidad.
Socioeconómico	Uso del suelo.	27. Uso potencial del suelo.
		28. Uso actual del suelo.
	Elementos Urbanos.	29. Vialidad y transporte.
		30. Asentamientos humanos.
		31. Migración interregional
	Salud y Seguridad social.	32. Seguridad en el trabajo.
		33. Calidad de vida.
	Económicos	34. Generación de empleo.
		35. Medios de comunicación.
		36. Consumo de bienes y servicios locales.
		37. Actividades Agrícolas, Ganaderas, Urbanas, Forestales.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

IV.1.2.3. Diagrama de red

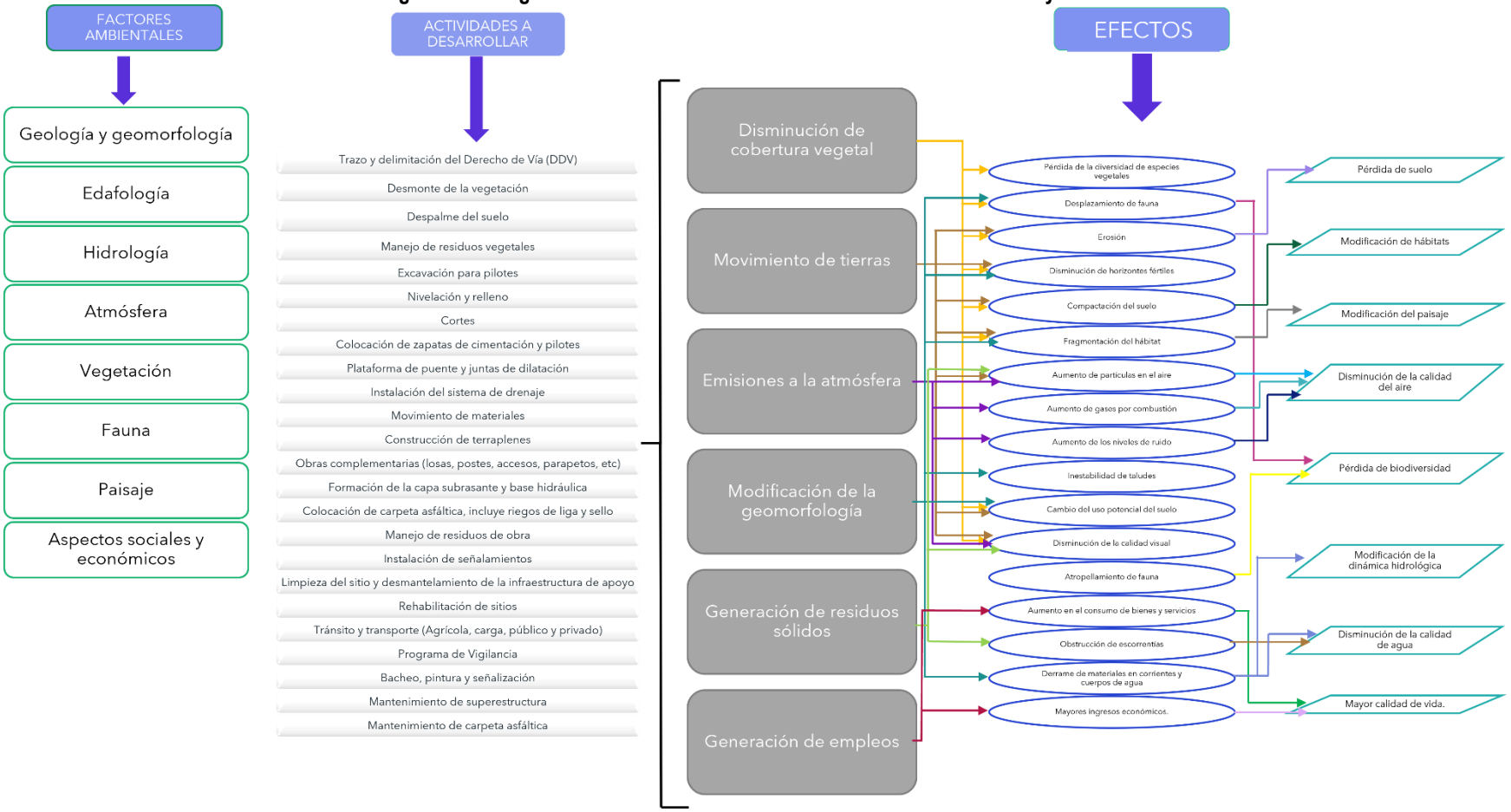
A partir de la primera aproximación de los impactos potenciales que puede generar el proyecto mediante la lista de chequeo descriptiva, se procede a aplicar una red bayesiana o diagrama de red para acercarnos a la identificación definitiva de las interacciones que provocarán los impactos ambientales durante las diversas etapas del proyecto.

Diagrama de red. Estos diagramas son métodos que integran las causas de los impactos y sus consecuencias, mediante la identificación de las interrelaciones existentes entre las actividades o acciones causales y los factores ambientales impactados, incluyendo aquellas que representan sus efectos secundarios y terciarios (Canter, 1998).

La técnica pretende poner de relieve las interacciones entre componentes ambientales y, por tanto, las relaciones causa-efecto de segundo, tercero y más alto grado (Sanz, 1991). Se hace una lista de las acciones del proyecto, las cuales se ligan a cambios en el entorno mediante relaciones causa-efecto, lo que el método describe como "condiciones de cambio". Posteriormente son adicionadas, como columnas, Acciones Correctivas y Mecanismos de Control, para cada uno de los impactos finales.

En ese sentido se presenta el siguiente diagrama de red el cual pretende realizar un análisis de las condiciones Iniciales/ consecuencias/ efectos.

Figura IV. 2 Diagrama de red de las condiciones actuales/ consecuencias y efectos



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla IV. 8 Interpretación del diagrama de red

Factor o Componente Ambiental	Descripción de los Efectos Identificados	Etapa		
		Preparación	Construcción	Operación y Mantenimiento
Geomorfología	El despalme implica el inicio de actividades que alteran las condiciones de estabilidad actuales del terreno, dejando expuesto el material a la acción de agentes erosivos como pendiente, precipitación y vientos. Durante las actividades de excavación para la cimentación de la estructura, habrá modificaciones en la topografía y formas del terreno, sin embargo, al existir actualmente una estructura, el impacto será menor ya que se realizarán modificaciones en zonas específicas. De esta manera el proyecto tendrá afectaciones moderadas.	X	X	
Suelo	Durante el despalme, la superficie orgánica del suelo será retirada en su totalidad, por tanto, sus características físicas como estructura, espacio poroso, densidad, entre otras, se pierden. Por su parte, durante las actividades de construcción del puente se modificará puntualmente la capacidad de infiltración, además con los cortes se podrán acelerar los procesos erosivos. Además, durante todas las etapas existirá el riesgo de contaminación del suelo derivado de la presencia de maquinaria y tránsito de vehículos. Los procesos naturales de erosión-sedimentación se verán alterados por la ruptura del material edáfico y litológico en zonas muy puntuales y por la adaptación de la superficie de rodamiento de los accesos.	X	X	X
Hidrología superficial	Durante las diversas etapas del proyecto sobre todo en las etapas de preparación y construcción se pueden presentar alteraciones en los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos del agua superficial debido a la presencia de sedimentos y algunos residuos provenientes de las diferentes actividades a desarrollar, entre ellas el movimiento de materiales, excavaciones, cimentaciones, cortes y rellenos y sistema de drenaje de drenaje. Las actividades mencionadas pueden generar el aporte de cualquier tipo de material a los cuerpos de agua tanto lenticos como loticos, ya sea por acción eólica, de escorrentía, disposición directa o ejecución de obras sobre o en los alrededores de la corriente.	X	X	X
Hidrología subterránea	Con respecto a la hidrología subterránea, dado que los terrenos donde se pretende construir el puente presentan agricultura de temporal y se prevé que las actividades de desmonte y delimitación del derecho de vía genere alteraciones que modifiquen el patrón de infiltración vertical, este impacto será a una escala moderada ya que la superficie de ocupación del puente actualmente se encuentra medianamente conservada.	X	X	
Aire (atmosfera)	Las actividades como: excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos, compactación y carpeta asfáltica pueden generar una alteración a la calidad del aire que actualmente	X	X	X

Factor o Componente Ambiental	Descripción de los Efectos Identificados	Etapa		
		Preparación	Construcción	Operación y Mantenimiento
	presenta el área de influencia del proyecto, ya que fomentan la emisión de agentes contaminantes (Sox, Nox, CO, etc.) y la generan material particulado.			
Aire (acústica)	Los niveles de presión sonora o generación de ruido que existirá debido a la ejecución del proyecto se dará principalmente en la etapa de construcción por la operación de maquinaria y equipos necesarios para el desarrollo de la obra, por lo que las actividades de perforación, excavaciones, cimentaciones y cortes, son las que se consideran que tendrán una importancia mayor; ya que en la mayoría de ellas se presentan intensidades entre altas y bajas, extensiones de las obras de forma parcial, persistencias de los efectos fugaces y, periodicidad irregular en las obras ejecutadas de tal forma que puede ser recuperable en el corto plazo. Durante la etapa de operación se prevé que el tránsito vehicular también genere efectos en la acústica del sitio, aunque con mayor intermitencia y menor intensidad.	X	X	X
Vegetación	La alteración a especies florísticas y/o cobertura vegetal se refiere a la intervención y/o variación en el número de individuos de especies florísticas endémicas, amenazadas y de importancia ecológica, económica y cultural. Durante la etapa de preparación habrá impacto sobre la vegetación ya que en esta etapa se prevé la ejecución del despalme lo que generará afectación sobre la cobertura vegetal. Dicha remoción se limita a las zonas del Derecho de Vía y es importante mencionar que durante el levantamiento de campo en el área del proyecto no se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo anterior, se considerarán acciones de protección y rescate de especies, para que la extensión de los impactos sea de intensidad y magnitud media.	X		
Fauna	La afectación a las comunidades faunísticas se refiere a los cambios que puedan sufrir las poblaciones de anfibios, reptiles, aves y mamíferos presentes en el área de influencia del proyecto debido a las actividades del proyecto. Estos cambios se pueden dar debido a la reducción directa y fragmentación de su hábitat o a perturbaciones causadas por el aumento en la contaminación de agua, suelo y atmósfera, por el aumento de ruido, la presencia de humanos, el uso de las nuevas vías y las existentes, entre otros. En la zona del proyecto no se localizaron especies de fauna que se encuentren en alguna categoría de riesgo o protección, de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Dada la dimensión del proyecto no se consideran perturbaciones altamente significativas y fuera de las presentadas en la planta general de construcción.	X	X	X

Factor o Componente Ambiental	Descripción de los Efectos Identificados	Etapa		
		Preparación	Construcción	Operación y Mantenimiento
Paisaje	Las modificaciones al paisaje irán de moderadas a altas en determinadas zonas debido a que los cambios que se ha generado por la acción antrópica histórica sobre el uso de los recursos naturales han impactado la zona del proyecto con agricultura. En este sentido se considera que los cambios con la construcción del puente serán medianamente significativos.		X	X
Social y económico	Se prevé que la implantación del proyecto ayudará a mejorar no solo la comunicación entre las distintas poblaciones, sino que mejorará la actividad económica de la región; así como mejoras en el medio social a partir de un aprovechamiento sostenible de los recursos municipales, mayor acceso a servicios de comunicación y conectividad; por lo que se espera tener aumento en los beneficios en este medio conforme transcurra el tiempo. Durante todas las etapas se espera además un incremento en el consumo de bienes y servicios, además de una reducción importante de los riesgos viales que actualmente representa la irregularidad de la sección existente.	X	X	X

IV.1.2.4. Matrices para la identificación y cribado impactos ambientales

Con base en los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías de listado de chequeo y diagrama de red, se procede a la identificación de impactos ambientales, cuyo punto de partida se realiza una descripción y análisis del conjunto de actividades que se llevarán a cabo dentro del proyecto las cuales se agrupan en las siguientes etapas:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Operación y mantenimiento.

Por otra parte, se listan los factores y atributos ambientales que se considera pueden llegar a ser afectados por una o varias etapas de la obra. Los factores ambientales listados son: geomorfología, geología, suelo, agua, hidrología, vegetación, fauna, hábitat, paisaje, factores sociales y económicos, de esta manera se puede conformar la matriz para identificar las diversas interacciones que generarán los impactos negativos y benéficos durante la ejecución del proyecto.

Con el objeto de asignar un valor específico que permita establecer un peso a los impactos ambientales provocados por las actividades del proyecto, a cada una de las interacciones entre indicadores de impacto y actividades de impacto se le asignara un valor considerado; dichos valores a utilizar serán los que a continuación se indican.

- **Magnitud (M):** Corresponde al grado o nivel de alteración que sufre un factor ambiental a causa de las actividades del proyecto (siendo 1 la alteración mínima y 5 la alteración máxima) el tipo o clase de impacto se definirá por consecuencias positivas (+) o negativas (-).
- **Importancia (I):** Evalúa el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del ambiente que puede ser afectado por el proyecto (siendo 1: insignificante y 5 la máxima significación).

La ponderación de los efectos producidos por el impacto se obtendrá de la sumatoria del producto de la magnitud por la importancia de cada interacción detectada.

Total = SUMA ((M*I) +(M*I))

Una vez conformada la matriz, se procede a la asignación de magnitud e importancia a las interacciones detectadas, a continuación, se presenta la matriz conformada para el proyecto.

Tabla IV. 9 Matriz de impactos para la identificación de interacciones.

Componentes		Atributos	Etapa de preparación del sitio						Etapa de Construcción																		Etapa de operación y mantenimiento						TOTAL
			1. Trazo y delimitación del derecho de vía (DDV)	2. Desmonte de la vegetación	3. Despalme del suelo	4. Establecimiento de áreas de maniobras y señalización	5. Manejo de los restos vegetales.	Subtotal	6. Excavación	7. Nivelación y Rellenos	8. Cortes	9. Construcción de cuerpo base	10. Construcción de Base y subbase	11. Sistema de drenaje	12. Acarreo de materiales (tierras)	13. Construcción de terraplenes	14. Obras complementarias	15.Formación de la capa subrasante y Base Hidráulica.	16. Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello	17. Manejo y disposición de residuos de obra	18. Instalación de Señalamientos.	19. Limpieza de sitio y desmantelamiento de la infraestructura de apoyo	20. Rehabilitación de sitios	Subtotal	21. Tránsito y transporte (Agrícola, carga, público y privado)	22. Programa de vigilancia	23. Mantenimiento del puente	24. Mantenimiento carpeta asfáltica	Subtotal	
Abiótico	Geomorfología	Denudación		1	1			**2**	1	1	1	1	1	1		1	1		1					**9**					**0**	11
		Topografía	1	1	1			**3**	1	1	1	1	1	1		1	1		1					**9**					**0**	12
	Geología	Material (tipo de roca)						**0**																**0**					**0**	0
		Afloramientos rocosos		1	1			**2**	1	1	1							1	1					**5**					**0**	7
	Suelo	Unidad de suelo (tipo)		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	**12**		1		1	**2**	18
		Erodabilidad		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	**14**	1	1	1	1	**4**	22
	Aire	Composición gaseosa		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	**14**	1	1	1	1	**4**	22
		Partículas	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**15**	1	1	1	1	**4**	24
		Acústica		1	1	1		**3**	1	1	1	1	1			1	1							**7**		1			**1**	11
	Hidrología Superficial	Dinámica hidrológica		1	1	1	1	**4**	1	1		1		1	1		1	1	1				1	**9**		1			**1**	14
		Calidad del agua		1	1	1	1	**4**	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1			1	**13**	1	1			**2**	19
		Avenidas					1	**1**			1	1												**2**					**0**	3
Biótico	Vegetación	Especies de vegetación en NOM-059-SEMARNAT-2010		1	1			**2**																**0**		1			**1**	3
		Diversidad de la vegetación	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1		1									**6**		1			**1**	12
		Abundancia de la vegetación	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1		1	1	1							1	**8**	1				**1**	14
	Fauna	Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010		1	1			**2**																**0**		1			**1**	3
		Diversidad de la fauna (terrestre y /o acuática)	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1								1			**6**		1			**1**	12
		Abundancia de la fauna (terrestre y/acuática)		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	**13**	1	1	1		**3**	20
Paisaje	Paisaje	Fragmentación		1		1	1	**3**	1		1			1											**3**					**0**	6
		Calidad visual		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**14**	1	1	1	1	**4**	22
		Fragilidad		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**14**	1	1	1	1	**4**	22
Socioeconómico	Uso de suelo	Uso potencial		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1		1	1	1			1		1			**9**		1			**1**	14
		Uso actual		1	1	1	1	**4**	1	1	1	1	1		1		1	1	1	1	1		1	**12**	1	1			**2**	18
	Desarrollo Urbano	Vialidad y transporte						**0**	1	1	1	1									1	1		**6**	1		1	1	**3**	9
		Asentamientos humanos						**0**													1			**1**			1	1	**2**	3
		Migración interregional						**0**																**0**	1		1		**2**	2
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**15**	1	1		1	**3**	23
		Calidad de vida	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**15**	1	1	1	1	**4**	24
	Económicos	Generación de empleo	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**15**	1	1	1	1	**4**	24
		Consumo de bienes y servicios	1	1	1		1	**4**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**15**		1	1	1	**3**	22
		Actividades Productivas (agricultura, ganadería, forestales, etc.)						**0**															1	**1**	1			1	**2**	3
Sumatorias			9	25	24	19	20	**97**	24	23	24	22	16	18	17	17	17	16	17	12	14	10	16	**262**	15	20	12	13	**60**	**419**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla IV. 10 Matriz de cribado aplicada donde se indica magnitud e intensidad de cada impacto.

Medio	Factor	Etapa	Preparación																						Construcción del proyecto																														Operación y mantenimiento				Total
		Actividad	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		
		Subfactor	1. Trazo y delimitación del derecho de vía (DDV)		2. Desmonte de la vegetación		3. Despalme del suelo		4. Establecimiento de áreas de maniobras y señalización		5. Manejo de los restos vegetales.		6. Excavación para pilotes		7. Nivelación y Rellenos		8. Cortes		9. Zapata de cimentación y pilotes		10. Plataforma del puente y juntas de dilatación		11. Sistema de drenaje		12. Acarreo de materiales (tierras)		13. Construcción de terraplenes		14. Obras complementarias		15.Formación de la capa subrasante y Base Hidráulica.		16. Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello		17. Manejo y disposición de residuos de obra		18. Instalación de Señalamientos.		19. Limpieza de sitio y desmantelamiento de la infraestructura de apoyo		20. Rehabilitación de sitios		21. Tránsito y transporte (Agrícola, carga, público y privado)		22. Programa de vigilancia		23. Mantenimiento del puente		24. Mantenimiento carpeta asfaltica		
			M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	
Abiótico	Geomorfología	Topografía			-2	2	-2	2					-3	3	-2	2	-2	2	-1	1	-1	2	-2	2			-2	2	-1	1			-1	2																									-39
		Denudación			-3	3	-3	3							-3	2	-2	2													-1	1	-1	1																									-30
	Geología	Material (Tipo de roca)											-1	1	-1	1	-1	1																																										-3
		Afloramientos rocosos			-1	1	-2	1							-2	2	-2	2													-2	2	-1	1																									-20
	Suelo	Erodabilidad			-3	3	-3	3	-2	2	-2	2	-3	3	-3	3	-1	1	-1	1	-1	1	-2	2	-2	2	-1	1	-2	1	-1	2	-3	4	-2	2	-1	1			3	2	-1	1	2	2	1	1	1	2					-65
		Unidad de suelo (tipo)			-2	2	-3	3	-2	2	-2	2	-2	2	-1	2	-2	2	-1	1	-1	1	-2	3	2	1	-1	2	-1	1	-1	1	-2	2							2	2			2	1			2	1					-37
	Aire	Composición gaseosa			-2	2	-2	2	-3	2	-2	2	-2	2	-2	1	-1	1	-1	1	-1	2	-2	2	-2	1	-1	2	-2	2	-1	1	-3	3	-2	1	-2	1	-1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1					-43
		Partículas	-2	2	-3	3	-3	3	-2	2	-2	1	-2	2	-2	2	-1	2	-1	1	-2	1	-2	2	-2	1	-1	1	-3	1	-1	1	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	2	1	1	1					-57
		Acústica			-2	2	-2	2	-2	2			-3	3	-3	3	-3	3	-2	2	-2	2					-3	2	-2	2															2	2													-53
	Hidrología subterránea	Dinámica hidrológica			-2	2	-2	2	-2	2	-2	1	-3	3	-2	2			-2	2			-2	2	-1	1			-2	2	-2	2	-2	2							2	2			2	1									-42
		Avenidas									-1	1							-1	1	-1	1																																					-3
		Calidad del agua			-2	2	-1	1	-2	2	-1	1	-3	2	-3	2	-2	2			-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1			-1	1	-1	1	2	2									-36
Biótico	Vegetación	Especies de vegetación en la NOM-059-SEMARNAT-2010			-2	2	-1	1																																			2	2													-1
		Diversidad alfa de la vegetación	-2	2	-2	2	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1							-1	1																	1	1													-18
		Abundancia de la vegetación	-2	2	-2	2	-2	2	-2	2	-2	1	-2	1	-2	1	-2	1	-2	1	-1	1					-2	1	-2	1	-2	1											2	2	-2	1													-29
	Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-2	2	-2	2	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1															-1	1					1	1													-19
		Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010			-2	2	-1	1																																			1	1													-4
		Abundancia de la fauna			-2	2	-2	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1			-1	1	-1	1	-1	1			2	2	-1	1	2	2	-2	2					-20
	Hábitat	Fragmentación			-3	3			-3	3	-1	1	-2	2			-2	2							-2	1																															-29
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual			-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1			-2	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	2	2	-1	1	1	1	-1	1	-1	1					-21
		Fragilidad			-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1			-2	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	2	2	-1	1	1	1	-1	1	-1	1					-21
Socioeconómico	Uso de suelo	Uso potencial			-3	3	-3	2	-3	2	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1					-2	1	-1	1	-1	1					-2	2			-1	1							1	1									-33
		Uso actual			-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1			-2	1			-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1			2	1	-1	1	1	1									-17
	Desarrollo urbano	Vialidad y transporte											-1	1	-1	1	-1	1	-1	1																	2	2	2	2			2	2			3	3	3	2					23
		Asentamientos humanos																																			1	1									2	2	1	1					6
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo			1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1					41
		Calidad de vida			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					23
	Económicos	Generación de empleo	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1					46
		Migración interregional																																								2	1					2	1							4
		Consumo de bienes y servicios			1	1	1	1			2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1					39
		Actividades productivas y urbanas																																								2	2	2	2							2	1			10

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como resultado de la aplicación de la matriz para identificar interacciones se obtuvieron 410 interacciones entre actividades generadoras y atributos ambientales, posteriormente aplicando la matriz de cribado se identificó que de las 410 interacciones podrán generar 17 impactos ambientales, que serán los que provocarán los efectos de mayor importancia en el sitio del proyecto y su RE, dichos impactos se presentan por diferentes actividades y que dependiendo de cada una de ellas se define una magnitud e intensidad distinta. Cada impacto en la matriz está identificado por colores, tal y como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla IV. 11 Código de colores para diferenciar impactos ambientales presentados en la matriz.

No.	Impacto
1	Aumento en los procesos de denudación
2	Modificaciones a la topografía por las actividades
3	Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza
4	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos
5	Aumento en los niveles de erosión
6	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión
7	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas
8	Aumento en los niveles de ruido
9	Modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica.
10	Pérdida de individuos de vegetación secundaria
11	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación
12	Pérdida de individuos por el atropellamiento
13	Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en el cauce
14	Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte
15	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible
16	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación
17	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados

A continuación, se presenta la matriz descriptiva de los impactos identificados y las actividades específicas que los generarán. Es importante mencionar que algunos impactos mencionados en la tabla anterior se relacionan directamente con otros, por lo que, la siguiente tabla los presenta asociados.

Tabla IV. 12 Matriz descriptiva de los impactos identificados

Factor Ambiental	Impacto	Descripción del Impacto	Actividades que generan el Impacto	Tipo de Impacto
Aire	Aumento en los niveles de ruido	Se dará contaminación acústica en el sitio del proyecto y en las áreas colindantes inmediatas, debido al uso de maquinaria pesada y colocación de infraestructura de apoyo requerida para la ejecución de las actividades del proyecto.	→ Desmonte de la vegetación. → Despalme del suelo. → Demolición → Excavación.	Negativo temporal
	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas	Se producirá material particulado debido al tránsito de vehículos y/o maquinaria, en el área del proyecto	→ Demolición → Excavación. → Nivelación y rellenos → Cortes → Construcción de cuerpo base.	Negativo temporal
	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión	Se generarán gases de combustión (CO2, SO2, CO y NO2) por el funcionamiento de maquinaria y equipo que utilizan combustible.	→ Desmonte de la vegetación. → Despalme del suelo. → Demolición → Excavación. → Nivelación y rellenos → Cortes → Construcción de cuerpo base. → Construcción de terraplenes. → Juntas de dilatación. → Sistemas de drenaje → Formación de capa subrasante. → Acarreos de material → Obras complementarias → Manejo de residuos de obra	Negativo temporal
Topografía	Modificación a la topografía, así como la granulometría.	Derivado de las acciones de preparación del sitio y construcción modificarán permanente y puntualmente la topografía del sitio.	→ Desmonte de la vegetación. → Despalme del suelo. → Demolición → Excavación. → Nivelación y rellenos → Cortes → Construcción de cuerpo base. → Construcción de terraplenes. → Juntas de dilatación. → Sistemas de drenaje → Formación de capa subrasante.	Negativo permanente
Suelo	Modificaciones a la estructura del suelo y aumento en los niveles de erosión	La capa superficial del suelo se verá modificada debido a la necesidad de excavar y nivelar el terreno para la construcción del puente. Los perfiles edáficos y afloramientos rocosos se verán modificados como resultado de las actividades en las que se requiere hacer movimiento de tierras.	→ Trazo y delimitación DDV. → Desmonte de la vegetación. → Despalme del suelo. → Excavación. → Nivelación y rellenos → Cortes → Construcción de cuerpo base. → Construcción de terraplenes. → Juntas de dilatación.	Negativo permanente

Factor Ambiental	Impacto	Descripción del Impacto	Actividades que generan el Impacto	Tipo de Impacto
			→ Sistemas de drenaje.	
	Contaminación de suelo por derrame de materiales de distinta naturaleza	Las propiedades fisicoquímicas del suelo podrán verse modificadas derivado de derrames accidentales por hidrocarburos ya sea por fugas de la maquinaria, malos procesos de recarga o almacenamiento de combustible.	→ Trazo y delimitación DDV. → Desmonte de la vegetación. → Despalme del suelo. → Excavación. → Nivelación y rellenos → Cortes → Construcción de cuerpo base. → Construcción de terraplenes. → Juntas de dilatación. → Sistemas de drenaje. → Acarreos de material → Obras complementarias → Manejo de residuos de obra	Negativo temporal
	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos	Las propiedades fisicoquímicas del suelo podrán verse modificadas derivado de derrames accidentales de residuos de obra ya sea por mala condición de los equipos un mal manejo de la maquinaria y equipo.	→ Manejo de residuos de obra.	Negativo temporal
Agua	Modificación de calidad de agua por derrame accidental de materiales de distinta naturaleza	Durante las etapas de preparación y construcción, las corrientes de agua pueden ser vulnerables a contaminación a causa del movimiento de materiales y equipo en las zonas aledañas.	→ Trazo y delimitación DDV. → Desmonte de la vegetación. → Despalme del suelo. → Excavación. → Nivelación y rellenos → Cortes → Construcción de cuerpo base. → Construcción de terraplenes. → Juntas de dilatación. → Sistemas de drenaje. → Acarreos de material → Obras complementarias	Negativo temporal
	Afectación a la dinámica natural hidrológica del cauce	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la corriente de agua puede verse afectada en su dinámica natural.	→ Desmonte de la vegetación. → Despalme del suelo. → Excavación. → Nivelación y rellenos → Cortes → Construcción de cuerpo base. → Construcción de terraplenes. → Juntas de dilatación. → Sistemas de drenaje.	Negativo temporal

Factor Ambiental	Impacto	Descripción del Impacto	Actividades que generan el Impacto	Tipo de Impacto
Fauna	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación	Debido al desmonte, movimiento inusual, la contaminación acústica y la presencia humana la escaza fauna existente en la zona se desplazará a sitios con menor perturbación	→ Desmonte de la vegetación.	Negativo temporal
	Pérdida de individuos nativos, endémicos o con algún estatus de protección acorde con la NOM-059-SEMARNAT-2010 por ahuyentamiento, pérdida de su hábitat y/o atropellamiento	Debido a las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto y al incremento de circulación de vehículos se podrá incrementar la mortandad de la fauna silvestre.	→ Tránsito de automóviles.	Negativo permanente
Vegetación	Pérdida de vegetación e individuos nativos, endémicos o con algún estatus acorde con la NOM-059-SEMARNAT-2010	Se eliminará la vegetación emergente del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo en determinadas áreas circundantes al puente o donde se requiera modificar el derecho de vía, lo que provocará una menor cobertura vegetativa.	→ Desmonte de la vegetación.	Negativo temporal
Paisaje	Modificación del paisaje natural de la zona y pérdida de calidad visual.	Derivados de la construcción del puente, el paisaje se verá modificado de forma permanente afectando la fragilidad de este	→ Trazo y delimitación DDV. → Desmonte de la vegetación. → Despalme del suelo. → Excavación. → Nivelación y rellenos → Cortes → Construcción de cuerpo base. → Construcción de terraplenes. → Juntas de dilatación. → Sistemas de drenaje	Negativo permanente
Socioeconómico	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	La contratación de personal calificado y no calificado será necesaria para la ejecución de las actividades en las diversas etapas del proyecto, mejorando así los índices de empleo y beneficiando a la economía de la región.	→ Trazo y delimitación DDV. → Desmonte de la vegetación. → Despalme del suelo. → Excavación. → Nivelación y rellenos → Cortes → Construcción de cuerpo base. → Construcción de terraplenes. → Sistemas de drenaje. → Acarreos de material → Obras complementarias → Manejo de residuos de obra → Señalamientos → Tránsito de automóviles. → Programa de vigilancia. → Bacheo, pintura y señalización. → Mantenimiento de obras de drenaje. → Sistema de Prevención de Accidentes. → Mantenimiento de carpeta.	Positivo temporal
	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	La presencia de trabajadores en la zona y la ejecución de las actividades incrementará el consumo de bienes y servicios en el área del proyecto y sus zonas aledañas.	→ Trazo y delimitación de la zona de afectación. → Desmonte de la vegetación.	Positivo temporal

Factor Ambiental	Impacto	Descripción del Impacto	Actividades que generan el Impacto	Tipo de Impacto
		De igual manera será más fácil el traslado de mercancías para los productores de la región.	→ Despalme del suelo. → Excavación. → Nivelación y rellenos → Cortes → Construcción de cuerpo base. → Construcción de terraplenes. → Sistemas de drenaje. → Acarreos de material → Obras complementarias → Manejo de residuos de obra → Señalamientos → Tránsito de automóviles. → Programa de vigilancia. → Bacheo, pintura y señalización. → Mantenimiento de obras de drenaje. → Sistema de Prevención de Accidentes. → Mantenimiento de carpeta.	
	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible.	La disminución en los tiempos de traslado y la mayor seguridad en los mismos, así como el impulso al desarrollo de las actividades económicas (agricultura, ganadería y comercio) de la región que traerá consigo la implementación del proyecto, se traducirá en una mayor calidad de vida para los habitantes de la región	→ Tránsito de automóviles. → Mantenimiento de carpeta.	Positivo permanente
	Mejoras en la infraestructura vial y de transporte, propiciando aumento del desarrollo económico de la región.	La inserción del proyecto provocará una mejora en la infraestructura vial, lo que facilitará el traslado de personas y mercancías, disminuirá riesgos y coadyuvará a mejorar el acceso a servicios básicos.	→ Señalamientos → Tránsito de automóviles. → Programa de vigilancia. → Mantenimiento de carpeta asfáltica.	Positivo permanente

IV.1.3. Criterios y metodologías de evaluación

IV.1.3.1. Metodología de evaluación (Índice de incidencia Ivn)

Para realizar una valoración cuantitativa de los impactos ambientales con respecto a los criterios establecidos, se utilizará el índice de incidencia. Primeramente, se calcula la incidencia de valor neto (*Ivn*) mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Ivn} = Signo * (Magnitud + Desarrollo + Permanencia + Certidumbre + Reversibilidad + Sinergia + \ Viabilidad\ de\ adoptar\ medidas\ de\ mitigación)$$

Posteriormente, se realiza una estandarización para obtener el índice de incidencia mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Índice\ de\ incidencia} = (Ivn - IvnMIN)/(IvnMAX - IvnMIN)$$

Tabla IV. 13 Valores del índice de incidencia para la valoración de impactos ambientales.

Criterios	Negativo		Positivo	
	Impacto Máximo	Impacto Mínimo	Impacto Máximo	Impacto Mínimo
Signo	-1	-1	1	1
Magnitud	4	1	4	1
Desarrollo	2	0	2	0
Permanencia	2	1	2	1
Certidumbre	3	0	3	0
Reversibilidad	2	1	2	1
Sinergia	2	1	2	1
Viabilidad de adoptar medidas de mitigación	3	1	3	1
Ivn	-18	-5	18	5
Índice	1	0	1	0

Para determinar la significancia de los impactos respecto a los criterios se define lo siguiente:

Tabla IV. 14 Significancia de impactos ambientales.

Significancia	Intervalos
Muy alta	1 - 0.75
Alta	0.50 - 0.74
Media	0.25 - 0.49
Baja	0 - 0.25

IV.1.3.2. Criterios

Los criterios de evaluación son elementos que permiten valorar los impactos ambientales de un proyecto. Los criterios utilizados en el presente análisis son los siguientes:

- **Magnitud:** se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor, donde dependerá de las condiciones actuales del atributo. Para este criterio se utilizarán los valores: del 1 al 4 donde "4" representa un ambiente prístino y preservado y la puntuación más baja es 1, que indica que es un atributo afectado anteriormente, o bien, no presenta gran biodiversidad.
- **Signo:** muestra si el impacto es positivo (+), negativo (-) o neutro (o).
- **Desarrollo o Extensión:** considera la superficie afectada por un determinado impacto. Este criterio puede ser muy difícil de cuantificar, sin embargo, cuando su consideración es viable, es recomendable incluirlo pues su definición ayuda considerablemente en la valoración de los impactos al ambiente. Para este criterio se utilizarán los valores: "2","1", y "0", donde se evaluará lo siguiente:
  - 2: Destrucción total del atributo en el área donde se produce el efecto.
  - 1: Destrucción media del atributo en el área donde se produce el efecto.
  - 0: Afectación mínima
- **Permanencia:** este criterio hace referencia a la escala temporal en que actúa un determinado impacto y determina si el impacto persistirá en el ambiente una vez que el proyecto cese sus actividades. La escala de valoración es la siguiente:
  - 2: Permanente
  - 1: Temporal
- **Certidumbre:** este criterio se refiere al grado de probabilidad de que se produzca el impacto bajo análisis. Se define su valoración respecto a lo siguiente:
  - Cierto: 3
  - Probable: 2
  - Improbable: 1
  - Desconocido: 0
- **Reversibilidad:** bajo este criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial. En este criterio para su valoración se considera lo siguiente:
  - No Reversible: 2
  - Reversible: 1
- **Sinergia:** el significado de la aplicación de este criterio considera la acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa de que el impacto total es superior a la suma de los impactos parciales. La valoración de este criterio está dada por:
  - Sinérgico: 2
  - No sinérgico: 1
- **Viabilidad de adoptar medidas de mitigación:** dentro de este criterio se resume la probabilidad de que un determinado impacto se pueda minimizar con la aplicación de medidas de mitigación. Es muy importante que esa posibilidad pueda acotarse numéricamente para señalar el grado de que ello pueda ocurrir. Para definir valores para este criterio se utilizará lo siguiente:
  - Compensable: 3.
  - Mitigable: 2.
  - Prevenible: 1.

En el caso de los positivos se considera si se cubre una necesidad ecológica o socioeconómica, y la puntuación se establece como se menciona a continuación:

- Muy Necesario: 3
- Necesario: 2
- No necesario: 1

IV.II IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.2 Evaluación de los impactos ambientales

En este apartado se muestra la aplicación de las metodologías de evaluación seleccionadas para evaluar los impactos ambientales que se prevé genere el proyecto.

Como resultado de la matriz de cribado se identificaron un total de 17 impactos ambientales. De estos, 13 son negativos y 4 positivos y se consideran los de mayor relevancia para el proyecto en cuestión. A continuación, se presenta la valoración de los impactos aplicando los criterios preestablecidos.

Tabla IV. 15 Valoración de los impactos ambientales identificados

No.	Impacto	Signo	Magnitud	Desarrollo	Permanencia	Certidumbre	Reversibilidad	Sinergia	Viabilidad de adoptar medidas de mitigación	IVN	Índice
1	Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en cauces	-1	3	1	2	3	2	2	2	-15	0.77
2	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación	-1	2	1	2	3	2	1	3	-14	0.69
3	Aumento en los niveles de erosión	-1	2	1	2	3	2	2	2	-14	0.69
4	Pérdida de individuos de vegetación	-1	2	1	2	3	2	1	3	-14	0.69
5	Modificaciones a la topografía por las actividades	-1	2	1	2	3	2	1	2	-13	0.62
6	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión	-1	3	1	1	3	2	1	2	-13	0.62
7	Aumento en los procesos de denudación	-1	3	0	2	2	2	1	2	-12	0.54
8	Modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica.	-1	3	1	1	2	2	1	2	-12	0.54
9	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas	-1	3	1	1	3	1	1	1	-11	0.46
10	Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza	-1	3	0	1	2	1	1	2	-10	0.38
11	Pérdida de individuos por el atropellamiento	-1	2	0	2	2	2	1	1	-10	0.38
12	Aumento en los niveles de ruido	-1	2	1	1	2	1	1	2	-10	0.38
13	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos	-1	3	0	1	2	1	1	1	-9	0.31
14	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	1	2	1	1	1	1	1	2	9	-1.08
15	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible	1	2	1	1	2	1	1	2	10	-1.15
16	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	1	1	1	1	3	1	1	2	10	-1.15
17	Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte	1	3	1	2	3	2	1	2	14	-1.46

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

IV.2.1. Análisis de impactos ambientales ponderados

A continuación, se realiza una descripción de cada impacto determinado.

Impacto 1. Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en los cauces.
El inicio de las actividades de preparación del sitio y construcción implican la introducción de trabajadores, maquinaria y equipo que actualmente no se encuentra en el sitio, por lo que representa un impacto negativo en la zona del proyecto.
Por otro lado, actualmente el paisaje de la zona del proyecto presenta diversidad baja y el cauce del río, por lo que, con la construcción del puente inminentemente habrá modificación en el paisaje. Asimismo, la corriente se verá modificados en paisaje debido a la construcción del puente y requerirá acciones de protección.
Debido a que el impacto del paisaje se encuentra en varias actividades del proyecto que no representa una modificación radical y que el paisaje tiene la capacidad de asimilarlo se consideró una puntuación de -21 puntos y un índice de incidencia de 0.77 sobre un atributo ambiental relevante.

Impacto 2. Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación.
De acuerdo con la descripción presentada en el capítulo III correspondiente a la Región Ecológica, se identificaron especies en alguna categoría de riesgo o alguna especie sensible en el área conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 por lo que se deberá implementar un programa de Rescate y Reubicación de flora y un Programa de Restauración Forestal. Al remover la vegetación se perderá hábitat potencial que puede ser utilizado para refugio, alimentación o reproducción. Por lo anterior, la actividad asociada a este impacto es la remoción de vegetación.
Derivado de lo anterior, se consideró un índice de incidencia de 0.69 y una puntuación de -29 puntos debido a la fragmentación que se generará. No se omite mencionar que el área del proyecto actualmente cuenta con diversidad baja-media.

Impacto 3. Aumento en los niveles de erosión
Las primeras actividades del proyecto que aumentarán la erosión son las correspondientes al desmonte y despalme de vegetación, no obstante, la vegetación existente disminuirá el riesgo de erosión del suelo, puesto que las raíces impiden el desprendimiento del suelo y con la intercepción de la escorrentía disminuye la erosión hídrica. De esta manera, el proyecto al requerir la remoción de vegetación contribuirá negativamente a los procesos de erosión.
Al realizar movimientos de tierra en el sitio para llevar a cabo la construcción del puente, se realizarán adecuaciones al relieve para poder realizar la construcción.
El impacto por el desmonte, despalme de vegetación y cortes serán los de mayor relevancia debido a su magnitud media, extensión e irreversibilidad por lo que su índice de incidencia corresponde a 0.69 y acorde con la matriz de impactos dio un total de -65 puntos, lo que representa su importancia y necesidad de desarrollar acciones de mitigación.

Impacto 4. Pérdida de individuos de vegetación
Para realizar el proyecto se requiere del retiro de vegetación. Conforme a la carta de usos de suelo y vegetación serie VII del INEGI (2018), la RE y el área del proyecto presentan vegetación de tipo pastizal inducido, agricultura de temporal anual, vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino, mismo que se verificó en campo y tuvo algunos cambios que se presentan en el capítulo III. Si bien, se considera un atributo afectado por actividades antropogénicas (principalmente por ganadería y agricultura), el impacto se considerará medio-alto puesto que afectará zonas puntuales con diversidad media-alta.
Por lo anterior, el impacto obtuvo un índice de incidencia de 0.69, colocándose en el cuarto lugar de los impactos negativos y de relevancia media conforme a la matriz de impactos.

Impacto 5. Modificaciones a la topografía por las actividades

La construcción del puente requiere realizar modificaciones topográficas al terreno, con el fin de construir y colocar la infraestructura correctamente. Como se describió en el capítulo I, la superficie a ocupar será de 1,396.81 m^2 con una afectación sobre pastizal inducido de 535.96 m^2 y una longitud total de115.00 metros.

Las actividades que interactúan con el atributo topográfico son las actividades de la etapa de preparación del sitio y las actividades de excavación, nivelación, rellenos, cortes, construcción de cuerpo base y todas aquellas que requieran de afectación directa de la superficie. En este sentido, las actividades de la etapa de preparación del sitio se valoraron con mayor magnitud e intensidad, puesto que en esta etapa se realizará la mayor modificación en el relieve natural.

Este impacto resultó en el sexto lugar de los impactos negativos en la matriz de impactos del proyecto sumando un total de -39 puntos y cuenta con un índice de incidencia de 0.62.

Impacto 6. Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión

La combustión interna de los motores que utilizan gasolina, diésel y otros combustibles fósiles genera emisiones principalmente de: nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua e hidrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno. Las actividades que interactúan con la composición gaseosa del aire son las que requieren del uso de la maquinaria a base de combustible para operarse.

Debido a que no se cuenta con emisiones fijas no se considera un impacto significativo, ya que serán temporales y puntuales en la mayor parte de las actividades se calificó con puntuaciones bajas. Al momento de encontrarse en operación el proyecto, se considerará un aumento de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), debido a que se registrará un mayor número de vehículos.

La puntuación de este atributo quedó en -43 y un índice de incidencia de 0.62 teniendo el sexto lugar de importancia.

Impacto 7. Aumento en los procesos de denudación

La denudación es un proceso donde la capa más externa de la corteza se desprende debido a la acción de un agente externo y que puede ser asociada a la erosión. La denudación abarca distintos procesos que degradan el terreno y causan un rebaje de su superficie.

Al realizar la matriz de cribado se identificaron interacciones con la denudación, de manera que, se consideraron actividades que actúan como un agente que incrementa el proceso de denudación. Las actividades identificadas son: Desmonte de la vegetación, Despalme del suelo, Excavación, cortes y construcción del cuerpo base.

La sumatoria de la magnitud e intensidad correspondiente en el atributo de "denudación" dio un total de -30, mismo que ocupa el décimo lugar en puntuación respecto a los impactos negativos de la matriz de impactos y se encuentra estrechamente relacionado con la Erodabilidad y los cambios en la topografía del lugar, que serán los primeros impactos en la etapa de preparación del sitio. Asimismo, el índice de incidencia corresponde a 0.54 por lo que se considera un impacto relevante para considerar acciones mitigantes.

Impacto 8. Modificación de calidad de agua y dinámica hidrológica.

El uso de la maquinaria pesada, despalme y remoción de material vegetal, en las etapas de preparación y construcción del proyecto podrán generar alteración en la calidad del agua de la corriente intermitente donde se construirá el puente.

Este impacto es prevenible y mitigable, con el desarrollo de obras de drenaje adecuadas y en caso de derrames o presencia de materiales accidentales, se realizarán acciones inmediatas para su remediación. Por lo anterior y por qué este impacto puede suscitarse con el progreso de varias actividades en las etapas de preparación y construcción, resultó con una puntuación considerable entre los impactos negativos, alcanzando -42 puntos negativos y un índice de incidencia de 0.54.

Impacto 9. Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas

En relación con este impacto se consideran aquellas actividades que generan la emisión de partículas de polvo, como: Desmonte de la vegetación, Despalme del suelo, Excavación y Acarreo de materiales.

Este impacto se considera mayor a la hora de efectuar movimiento de tierra y desmonte de vegetación, así como acciones de excavación. Suma un total de -57 y se considera en segundo lugar acorde con la matriz de impactos y conforme a su índice de incidencia corresponde a 0.46. Es importante recalcar que las acciones

preventivas y mitigantes pueden reducir el impacto en gran medida por lo que su grado de importancia es menor a los anteriores.

Impacto 10. Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza
El uso de maquinaria pesada en las etapas de preparación del sitio y construcción produce cantidades considerables de aceites, lubricantes y combustibles, que de no ser gestionados y manejados de la manera correcta pueden generar contaminación en el suelo.
Asimismo, una vez que inicie la etapa de operación este impacto se presentará por el mantenimiento de la carpeta. Este impacto se valoró con puntuaciones bajas, debido a que es poco probable que se suscite, puesto que los residuos peligrosos se manejarán conforme a los lineamientos aplicables y presenta un índice de incidencia de 0.38.

Impacto 11. Pérdida de individuos por el atropellamiento
Las vías de comunicación representan un riesgo para el desplazamiento de la fauna, por ello, al construir el puente y al generarse tránsito vehicular en la zona, incrementará el ahuyentamiento y el riesgo de atropellamiento de individuos de fauna terrestre, principalmente mamíferos pequeños.
Aunque no se detectaron especies con algún estatus de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se considera la valoración igual al impacto anterior debido a que es el mismo atributo, lo que implicó una suma de -19 puntos negativos a este atributo y un índice de incidencia 0.38.

Impacto 12. Aumento en los niveles de ruido
Actualmente, en el área del proyecto los niveles de ruido son mínimos debido a que es una zona no transitada. No obstante, al iniciar los trabajos correspondientes a la construcción del puente, se aumentarán los decibeles y serán significativos durante las etapas de preparación del sitio y construcción debido a la presencia de personal y maquinaria. En la etapa de operación estos niveles disminuirán, pero no se eliminarán completamente por el tránsito vehicular.
Este impacto considera una valoración de -53 y un índice de incidencia de 0.38 por lo que se considera el tercer impacto negativo más representativo y del que se deberá considerar desarrollar acciones mitigantes.

Impacto 13. Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos
En todas las actividades productivas se generarán residuos procedentes de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación y las generadas por los trabajadores, por lo que se consideran residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Estos, se almacenarán temporalmente conforme lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y lo establecido por el municipio y serán recolectados por un proveedor autorizado por la Secretaría. Asimismo, mientras se confinen en las etapas de preparación y construcción del sitio, serán almacenados conforme a las disposiciones aplicables evitando su dispersión, o bien, su disposición inadecuada.
Este impacto cuenta con un total de -37 puntos y se encuentra en treceavo lugar con un índice de incidencia de 0.31.

Impacto 14. Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte
Al implementar esta obra en el estado de Guerrero se contribuye a la generación de infraestructura vial logrando una mejor conectividad en el estado. Además, implica una oportunidad para establecer nuevas rutas de transporte.
Este impacto obtuvo en la matriz de impactos una puntuación positiva de 27 al representar una obra social que apoyará a las comunidades de los municipios y especialmente a las localidades La reforme (Yoscama), Segunda Sección, Cocoyo y Santa María de las Nieves Monteverde.

Impacto 15. Generación de empleos por las etapas de construcción y operación.
La generación de empleos temporales y permanentes a la población locataria se requiere a lo largo de la mayor parte de las actividades, por lo que al realizar la suma de la magnitud e intensidad se considera como un impacto positivo significativo, con una puntuación de 46.

Impacto 16. Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible

Con la realización del proyecto se logrará mejorar la comunicación entre las diferentes localidades del municipio donde se realizará el proyecto. Asimismo, mejorará la actividad económica de la región e implicará una mejora en cuestión socioeconómica, ya que el proyecto impulsará el aprovechamiento sostenible de los recursos de la región. Este impacto se valoró con un total de 23 puntos.

Impacto 17. Aumento del consumo de bienes y servicios asociados

Durante la etapa de preparación del sitio y de construcción se requiere de la compra de insumos y de la contratación de servicios para llevar a cabo las actividades del proyecto. Por ello, se considera que el proyecto contribuye positivamente al sector económico de la región.

Debido a que se requiere de bienes y servicios en la mayor parte de las actividades del proyecto este impacto se valoró como el tercer impacto positivo con una puntuación de 39.

En la siguiente tabla se muestra el impacto potencial que puede generar el proyecto, en función del número total de interacciones detectadas y posibles.

Tabla IV. 16 Resumen del impacto total del proyecto.

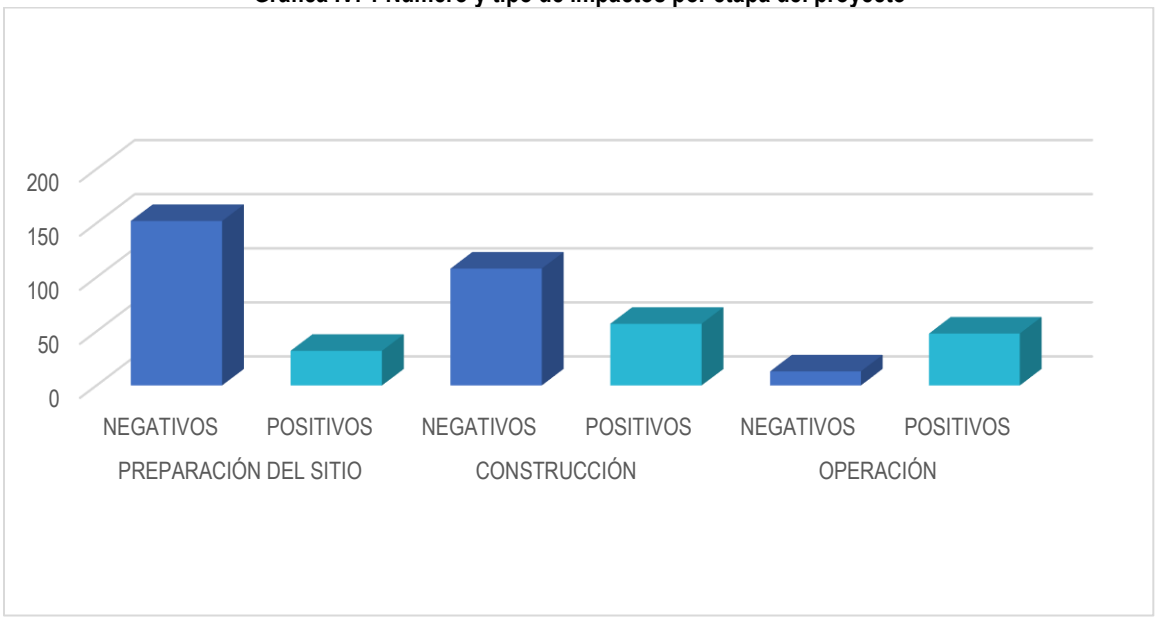
ACTIVIDADES	24
ATRIBUTOS AMBIENTALES	31
INTERACCIONES POTENCIALES	1488
INTERACCIONES DETECTADAS	820
PORCENTAJE DE IMPACTO DEL PROYECTO	55.10%

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

IV.2.1.1. Análisis de impactos por magnitud e importancia por etapa del proyecto

Los resultados obtenidos del análisis de interacciones por etapa del proyecto se muestran en la siguiente gráfica, las interacciones se clasifican por clase o tipo el efecto que tendrán sobre el medio.

Gráfica IV. 1 Número y tipo de impactos por etapa del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se puede observar en la gráfica anterior la etapa del proyecto que presenta mayor número de interacciones es la etapa de preparación del sitio, sin embargo, se torna de vital importancia desglosar las interacciones negativas y las benéficas que se generarán en dicha etapa, por lo que a continuación, se presenta un análisis de las interacciones aplicando la magnitud e importancia, para el posterior análisis de los efectos generados de dichas interacciones.

Como se puede observar en la gráfica anterior la etapa del proyecto que presenta mayor número de interacciones aplicables es la etapa de preparación del sitio con 184, sin embargo, resulta de vital importancia desglosar las interacciones negativas y benéficas que se generarán en dicha etapa, por lo que a continuación, se presenta un análisis de las interacciones aplicando la magnitud e importancia, para el posterior análisis de los efectos generados de dichas interacciones.

Preparación

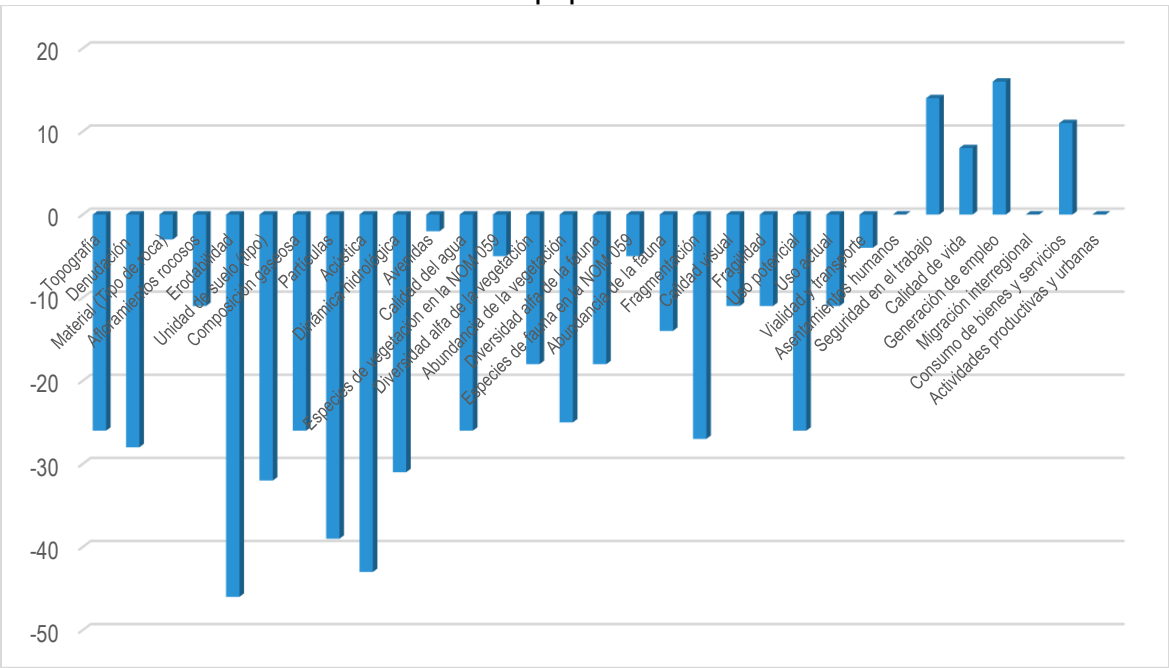
Tabla IV. 17 Magnitud e importancia de las interacciones en la etapa de preparación

Medio	Factor	Subfactor / Actividad	1. Trazo y delimitación del derecho de vía (DDV)		2. Desmonte de la vegetación.		3.Despalme del suelo.		4. Establecimiento de áreas de maniobras y señalización.		5. Manejo de los restos vegetales.		6. Excavación para pilotes		7. Nivelación y Rellenos.		8. Cortes.		9. Zapatas de cimentación y pilotes.		Total
			M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	
Abiótico	Geomorfología	Topografía	-	-	-2	2	-2	2	-	-	-	-	-3	3	-2	2	-2	2	-1	1	-26
		Denudación	-	-	-3	3	-3	3	-	-	-	-	-	-	-3	2	-2	2	-	-	-28
	Geología	Material (Tipo de roca)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1	1	-1	1	-1	1	-	-	-3
		Afloramientos rocosos	-	-	-1	1	-2	1	-	-	-	-	-	-	-2	2	-2	2	-	-	-11
	Suelo	Erodabilidad	-	-	-3	3	-3	3	-2	2	-2	2	-3	3	-3	3	-1	1	-1	1	-46
		Unidad de suelo (tipo)	-	-	-2	2	-3	3	-2	2	-2	2	-2	2	-1	2	-2	2	-1	1	-32
	Aire	Composición gaseosa	-	-	-2	2	-2	2	-3	2	-2	2	-2	2	-2	1	-1	1	-1	1	-26
		Partículas	-2	2	-3	3	-3	3	-2	2	-2	1	-2	2	-2	2	-1	2	-1	1	-39
		Acústica	-	-	-2	2	-2	2	-2	2	-	-	-3	3	-3	3	-3	3	-2	2	-43
	Hidrología subterránea	Dinámica hidrológica	-	-	-2	2	-2	2	-2	2	-2	1	-3	3	-2	2	-	-	-2	2	-31
		Avenidas	-	-	-	-	-	-	-	-	-1	1	-	-	-	-	-	-	-1	1	-2
		Calidad del agua	-	-	-2	2	-1	1	-2	2	-1	1	-3	2	-3	2	-2	2	-	-	-26
Biótico	Vegetación	Sp. de vegetación en la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	-	-2	2	-1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-5
		Diversidad alfa de la vegetación	-2	2	-2	2	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-18
		Abundancia de la vegetación	-2	2	-2	2	-2	2	-2	2	-2	1	-2	1	-2	1	-2	1	-1	1	-25
	Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-2	2	-2	2	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-18
		Sp. de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	-	-2	2	-1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-5
		Abundancia de la fauna	-	-	-2	2	-2	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-14
	Hábitat	Fragmentación	-	-	-3	3	-	-	-3	3	-1	1	-2	2	-	-	-2	2	-	-	-27
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual	-	-	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-11
		Fragilidad	-	-	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-11
Socioeconómico	Uso de suelo	Uso potencial	-	-	-3	3	-3	2	-3	2	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-	-	-26
		Uso actual	-	-	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	2	-1	1	-1	1	-11
	Desarrollo urbano	Vialidad y transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-4
		Asentamientos humanos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo	-	-	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	14
		Calidad de vida	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	Económicos	Generación de empleo	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	16
		Migración interregional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
		Consumo de bienes y servicios	-	-	1	1	1	1	-	-	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	11
		Actividades productivas y urbanas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL			-15		-98		-75		-51		-21		-65		-57		-42		-15		

Como parte del análisis, en la etapa de preparación del sitio se identificaron 184 interacciones totales de las cuales 152 son de carácter negativo y 32 de carácter positivo, las interacciones negativas con mayor magnitud y significancia se presentan en los atributos abióticos. Por otra parte, la mayor acumulación en cuanto a magnitud y significancia refiere a atributos como la erodabilidad con -46 puntos, acústica con -43, y aumento de las partículas a la atmósfera como consecuencia de la ejecución de las actividades de esta etapa como el trazo, delimitación del derecho de vía, desmonte de la vegetación, despalme del suelo y excavación. Por su parte las interacciones identificadas entre el atributo suelo y las actividades de desmonte, despalme y excavación presentan una magnitud e intensidad igual a -32 además, se puede observar que el componente

hidrológico relacionado con su dinámica natural también tendrá afectaciones con una magnitud e intensidad de -31, asimismo, el componente denudación presenta un valor de -28.
Respecto a los componentes bióticos más afectados, se encuentra la fragmentación con -27 y la abundancia de vegetación que presenta un valor e importancia de -25 y resultan relevantes las interacciones con el medio socioeconómico donde el desarrollo del proyecto afectaría el uso potencial del suelo (-26) así como su uso actual (-11).

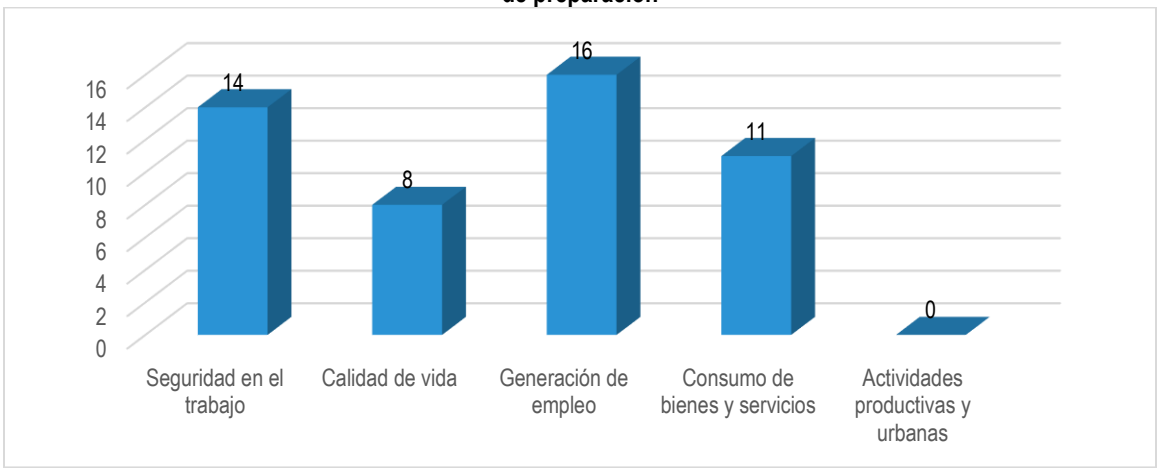
Gráfica IV. 2 Acumulación negativa de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de preparación.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con respecto a los impactos positivos en la etapa de preparación, estos se darán con una acumulación importante de 8 a 16 impactando directamente los atributos de generación de empleos derivado de la ejecución de todas las actividades que conforman esta etapa y la seguridad en el trabajo.

Gráfica IV. 3 Acumulación positiva de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de preparación



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

CONSTRUCCIÓN

Tabla IV. 18 Magnitud e importancia de las interacciones en la etapa de construcción

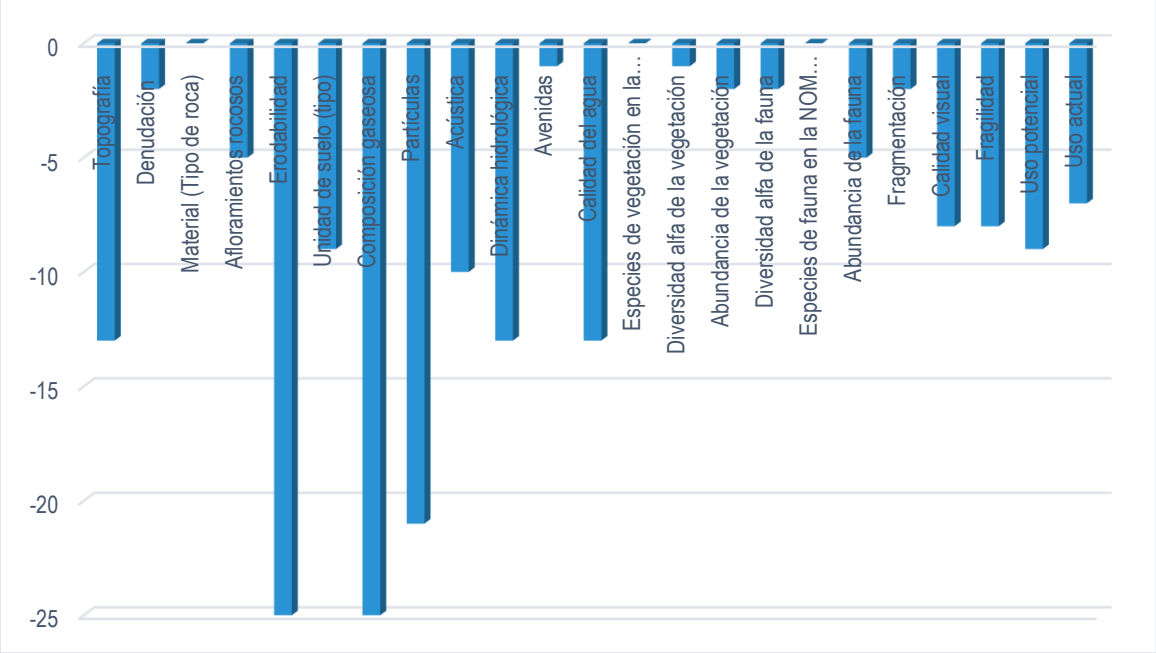
Medio	Factor	Subfactor	Etapa: Construcción del proyecto																						TOTAL
		Actividad	10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		
			10. Plataforma del puente y juntas de dilatación		11. Sistema de drenaje		12. Acarreo de materiales (tierras)		13. Construcción de terraplenes		14. Obras complementarias		15.Formación de la capa subrasante y Base Hidráulica.		16. Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello		17. Manejo y disposición de residuos de obra		18. Instalación de Señalamientos.		19. Limpieza de sitio y desmantelamiento de la infraestructura de apoyo		20. Rehabilitación de sitios		
			M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	
Abiótico	Geomorfología	Topografía	-1	2	-2	2	-	-	-2	2	-1	1			-1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-13
		Denudación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1	1	-1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-2
	Geología	Material (Tipo de roca)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					-	-	-	-	-	-	-	-	0
		Afloramientos rocosos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-2	2	-1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-5
	Suelo	Erodabilidad	-1	1	-2	2	-2	2	-1	1	-2	1	-1	2	-3	4	-2	2	-1	1	-	-	3	2	-25
		Unidad de suelo (tipo)	-1	1	-2	3	2	1	-1	2	-1	1	-1	1	-2	2	-	-	-	-	-	-	2	2	-9
	Aire	Composición gaseosa	-1	2	-2	2	-2	1	-1	2	-2	2	-1	1	-3	3	-2	1	-2	1	-1	1	2	2	-25
		Partículas	-2	1	-2	2	-2	1	-1	1	-3	1	-1	1	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-21
		Acústica	-2	2	-	-	-	-	-3	2	-2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-14
	Hidrología subterránea	Dinámica hidrológica	-	-	-2	2	-1	1	-	-	-2	2	-2	2	-2	2	-	-	-	-	-	-	2	2	-13
		Avenidas	-1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1
		Calidad del agua	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-	-	-1	1	-13
Biótico	Vegetación	Especies de vegetación en NOM-059-SEMARNAT-2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
		Diversidad alfa de vegetación	-	-	-	-	-1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1
		Abundancia de vegetación	-	-	-2	1	-2	1	-2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-2
	Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1	1	-	-	-	-	-2
		Especies de fauna en NOM-059-SEMARNAT-2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
		Abundancia de la fauna	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-	-	-1	1	-1	1	-	-	2	2	-5
	Hábitat	Fragmentación	-	-	-2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-2
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual	-	-	-2	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	2	2	-8
		Fragilidad	-	-	-2	1	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-1	1	2	2	-8
Socioeconómico	Uso de suelo	Uso potencial	-	-	-2	1	-1	1	-1	1	-	-	-	-	-2	2	-	-	-1	1	-	-	-	-	-9
		Uso actual	-1	1	-	-	-2	1	-	-	-1	1	-1	1	-2	1	-1	1	-1	1	-	-	2	1	-7
	Desarrollo urbano	Vialidad y transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	-	-	8
		Asentamientos humanos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	22
		Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
	Económicos	Generación de empleo	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	22
		Migración interregional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
		Consumo de bienes y servicios	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	22
		Actividades productivas y urbanas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	4
TOTAL			-11		-32		-10		-16		-20		-12		-42		-5		1		7		45		

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Para la etapa de construcción, se puede observar que los atributos que se verán mayormente afectados son el suelo (-25) y el aire debido al aumento de la erosión y la generación de polvos y GEI, esto se debe principalmente a que el proyecto refiere a la construcción de un puente, por lo que, las actividades de excavación, instalación de pilotes, terraplenes y la formación de la capa subrasante y base hidráulica, tendrán

gran impacto sobre este factor. Por su parte, la atmósfera será impactada por la composición gaseosa (-25) y material particulado (-21) durante los acarreos de material, sin embargo, las actividades serán puntuales, temporales y no acumulativas. Asimismo, estas actividades se consideran mitigables.
Es importante mencionar que la mayor cantidad de impactos que se presentan durante esta etapa del proyecto son negativos, sin embargo, se clasifican como impactos de moderados a altos ya que su escala es media y en su mayoría serán temporales exceptuando la modificación del suelo.

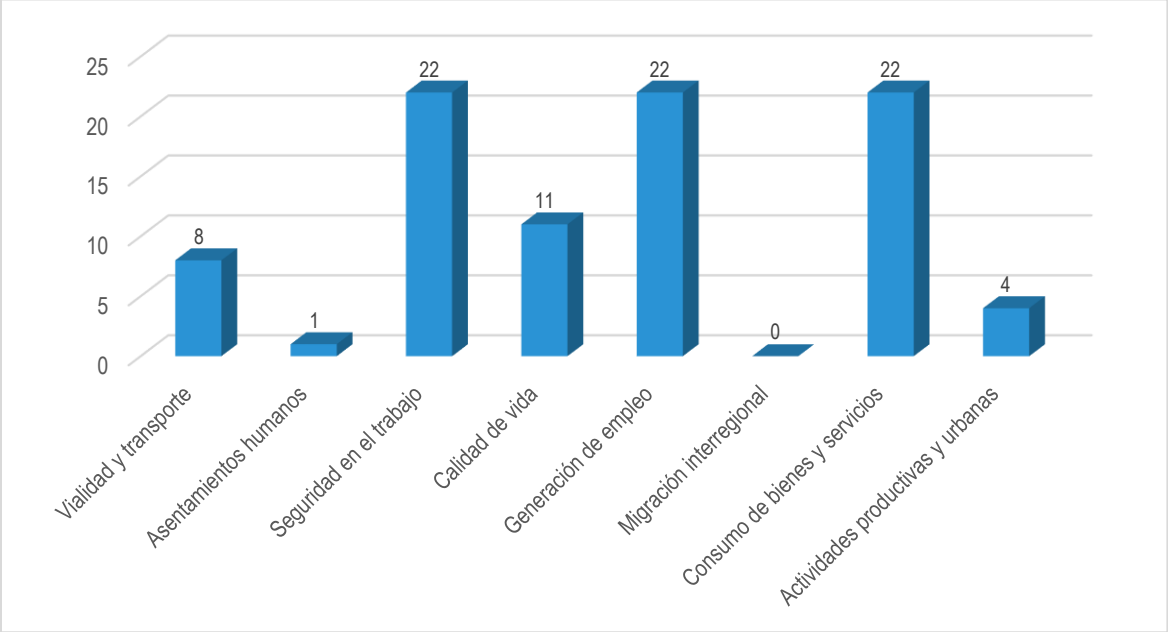
Gráfica IV. 4 Acumulación negativa de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de construcción



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con respecto a los efectos positivos, estos impactarán en el sector socioeconómico a los atributos de generación de empleo, seguridad en el trabajo y consumo de bienes y servicios, esto derivado de que las actividades del proyecto incrementarán la demanda de productos y servicios en la zona del proyecto, además de que se incentivará la generación de empleos formales y aumentará la calidad de vida de los lugareños al incrementar el poder adquisitivo de los trabajadores locales. Es importante mencionar que los impactos benéficos que generan las actividades constructivas se darán principalmente al sector socioeconómico ya que las actividades de construcción generarán mejoras regionales. Además, se espera que al desmantelar la infraestructura provisional y retirar maquinaria, equipo y personal de campo se prevé el sitio mejore su dinámica natural.

Gráfica IV. 5 Acumulación positiva de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de construcción



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Tabla IV. 19 Magnitud e importancia de las interacciones en la etapa de operación y mantenimiento

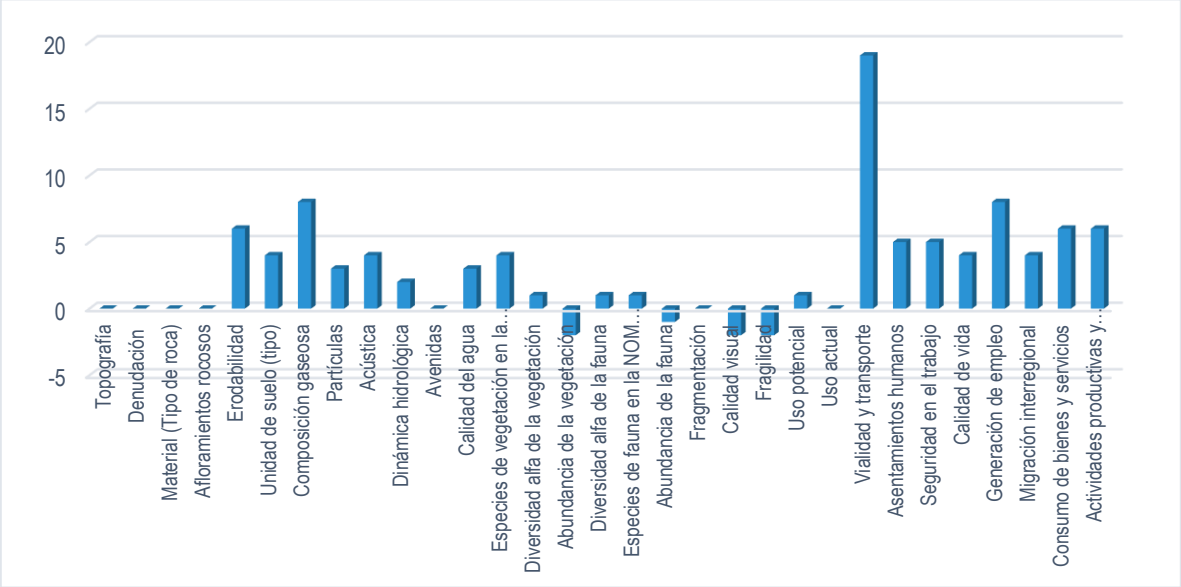
Medio	Factor	Etapa / Actividad / Subfactor	Operación y mantenimiento								TOTAL
			21		22		23		24		
			21. Tránsito y transporte (Agrícola, carga, público y privado)		22. Programa de vigilancia		23. Mantenimiento de super estructura		24. Mantenimiento carpeta asfáltica		
			M	I	M	I	M	I	M	I	
Abiótico	Geomorfología	Topografía	-	-	-	-	-	-	-	-	0
		Denudación	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Geología	Material (Tipo de roca)	-	-	-	-	-	-	-	-	0
		Afloramientos rocosos	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Suelo	Erodabilidad	-1	1	2	2	1	1	1	2	6
		Unidad de suelo (tipo)	-	-	2	1	-	-	2	1	4
	Aire	Composición gaseosa	2	1	2	2	1	1	1	1	8
		Partículas	-1	1	1	1	2	1	1	1	3
		Acústica	-	-	2	2	-	-	-	-	4
	Hidrología subterránea	Dinámica hidrológica	-	-	2	1	-	-	-	-	2
		Avenidas	-	-	-	-	-	-	-	-	0
		Calidad del agua	-1	1	2	2	-	-	-	-	3
Biótico	Vegetación	Especies de vegetación en la NOM 059	-	-	2	2	-	-	-	-	4
		Diversidad alfa de la vegetación	-	-	1	1	-	-	-	-	1
		Abundancia de la vegetación	-2	1	-	-	-	-	-	-	-2
	Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-	-	1	1	-	-	-	-	1
		Especies de fauna en la NOM 059	-	-	1	1	-	-	-	-	1
		Abundancia de la fauna	-1	1	2	2	-2	2	-	-	-1
	Hábitat	Fragmentación	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-2
		Fragilidad	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-2
Socioeconómico	Uso de suelo	Uso potencial	-	-	1	1	-	-	-	-	1
		Uso actual	-1	1	1	1	-	-	-	-	0
	Desarrollo urbano	Vialidad y transporte	2	2	-	-	3	3	3	2	19
		Asentamientos humanos	-	-	-	-	2	2	1	1	5
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo	2	1	1	1	1	1	1	1	5
		Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	4
	Económicos	Generación de empleo	2	1	2	1	2	1	2	1	8
		Migración interregional	2	1	-	-	2	1	-	-	4
		Consumo de bienes y servicios	-	-	2	1	2	1	2	1	6
		Actividades productivas y urbanas	2	2	-	-	-	-	2	1	6
TOTAL			8		42		19		19		

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como resultado del análisis de impactos por magnitud e importancia, para la etapa de operación y mantenimiento se tiene que, los efectos adversos que ocasionará el proyecto en esta etapa se darán sobre los atributos abundancia de la vegetación con un valor de -2 y al paisaje en la calidad visual y fragilidad (-2) debido a que no se recuperará la condición natural del Área del Proyecto y por la pérdida de determinados individuos de vegetación, sin embargo, con las actividades consideradas, los impactos serán menores.

Respecto a los impactos positivos que se darán en la etapa de operación y mantenimiento son principalmente para el factor socioeconómico a la vialidad y el transporte de la población, la generación de empleo y el consumo de bienes y servicios. Con el mantenimiento de la estructura y la integración de acciones de protección, la composición gaseosa mejorará y la erodabilidad no continuará.

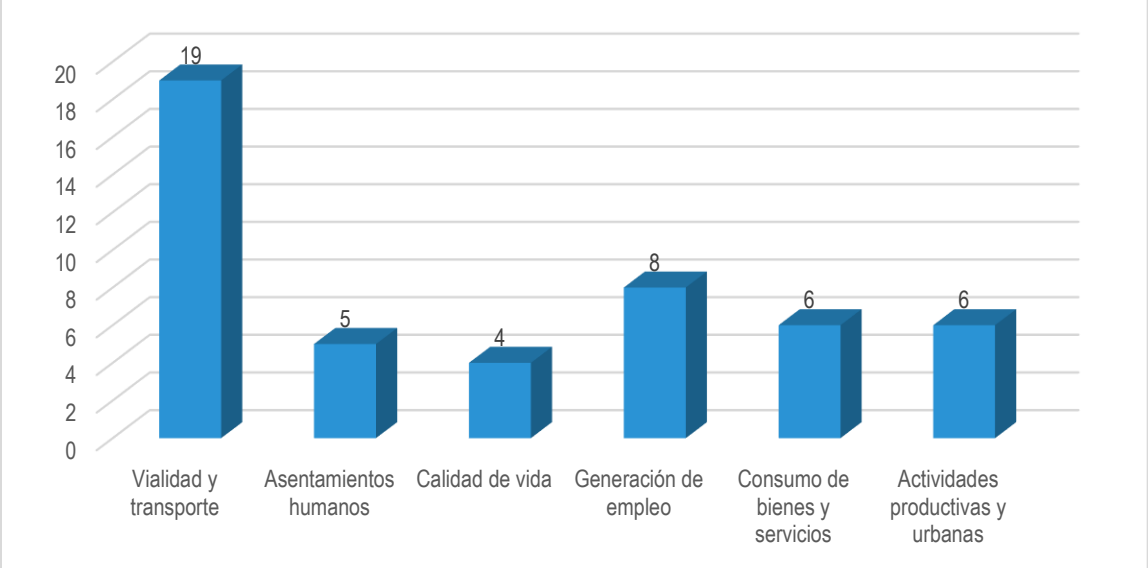
Gráfica IV. 6 Acumulación negativa de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de construcción



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

No se omite recalcar que los impactos benéficos apoyarán al desarrollo económico de la región, se mejorarán las condiciones actuales del puente existente e incrementará la seguridad para los usuarios.

Gráfica IV. 7 Acumulación positiva de magnitud e importancia de los impactos por atributo ambiental en la etapa de operación y mantenimiento.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

IV.2.1.2. Análisis de impactos por ponderación de Ivn

Con la aplicación de la matriz se detectaron 17 impactos ambientales totales, derivados de un total de 410 interacciones entre las actividades del proyecto y los atributos ambientales estudiados.

La clasificación de la ponderación de los impactos se basó en la escala descrita en la metodología del índice de incidencia antes descrita.

En la siguiente tabla se muestran únicamente las categorías de los impactos detectados para el presente proyecto.

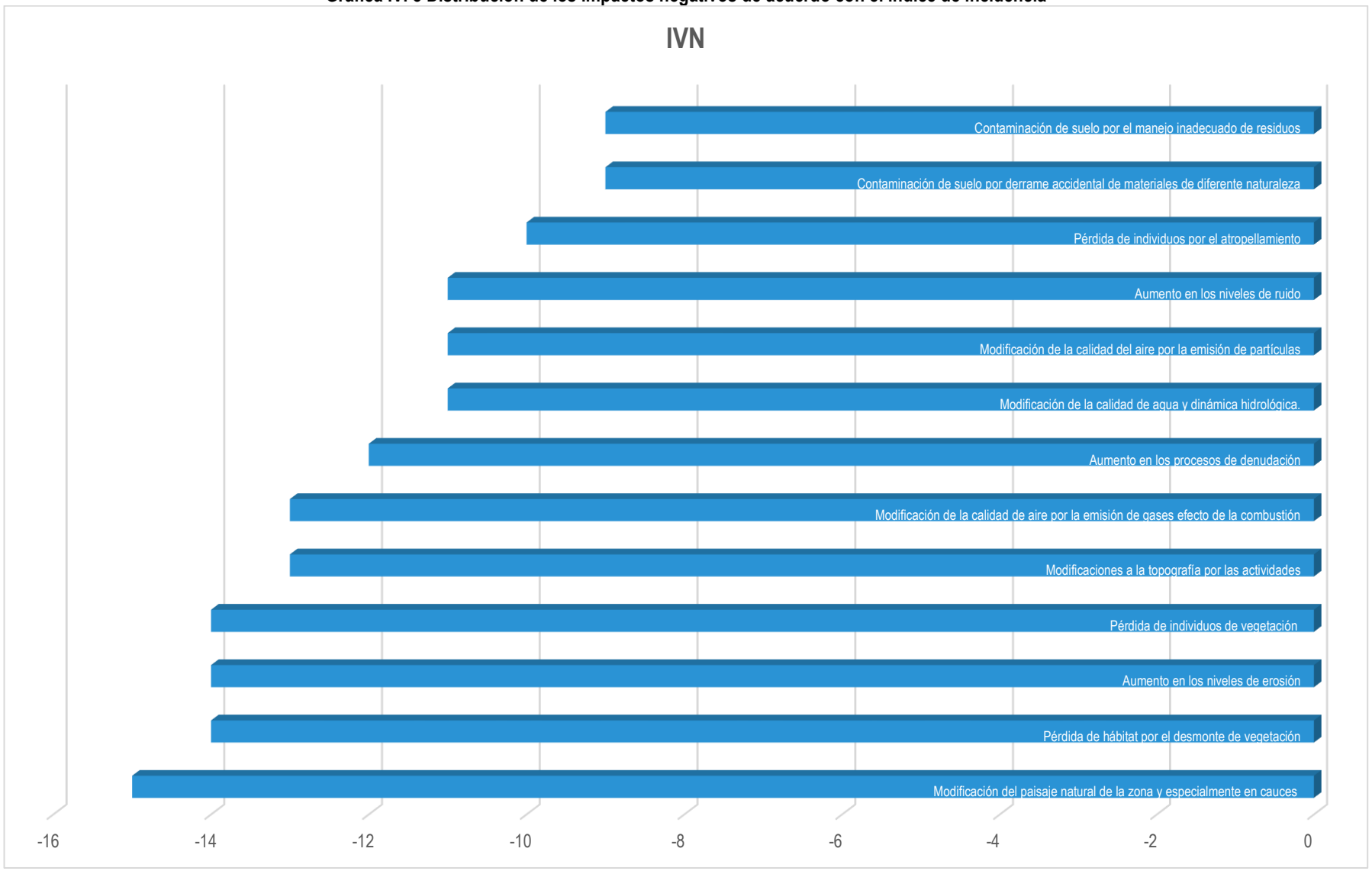
Tabla IV. 20 Clasificación de la ponderación de los impactos

Criterios	Negativo		Positivo	
	Impacto Máximo	Impacto Mínimo	Impacto Máximo	Impacto Mínimo
Signo	-1	-1	1	1
Magnitud	4	1	4	1
Desarrollo	2	0	2	0
Permanencia	2	1	2	1
Certidumbre	3	0	3	0
Reversibilidad	2	1	2	1
Sinergia	2	1	2	1
Viabilidad de adoptar medidas de mitigación	3	1	3	1
Ivn	-18	-5	18	5
Índice	1	0	1	0

Con base en la clase de impactos detectados se puede decir que el impacto del proyecto implicará un cambio con magnitud e intensidad baja en el área del proyecto, toda vez que los impactos negativos detectados se encuentran con un marcador máximo de significancia dentro de las categorías que comprenden las clases de impactos del Ivn.

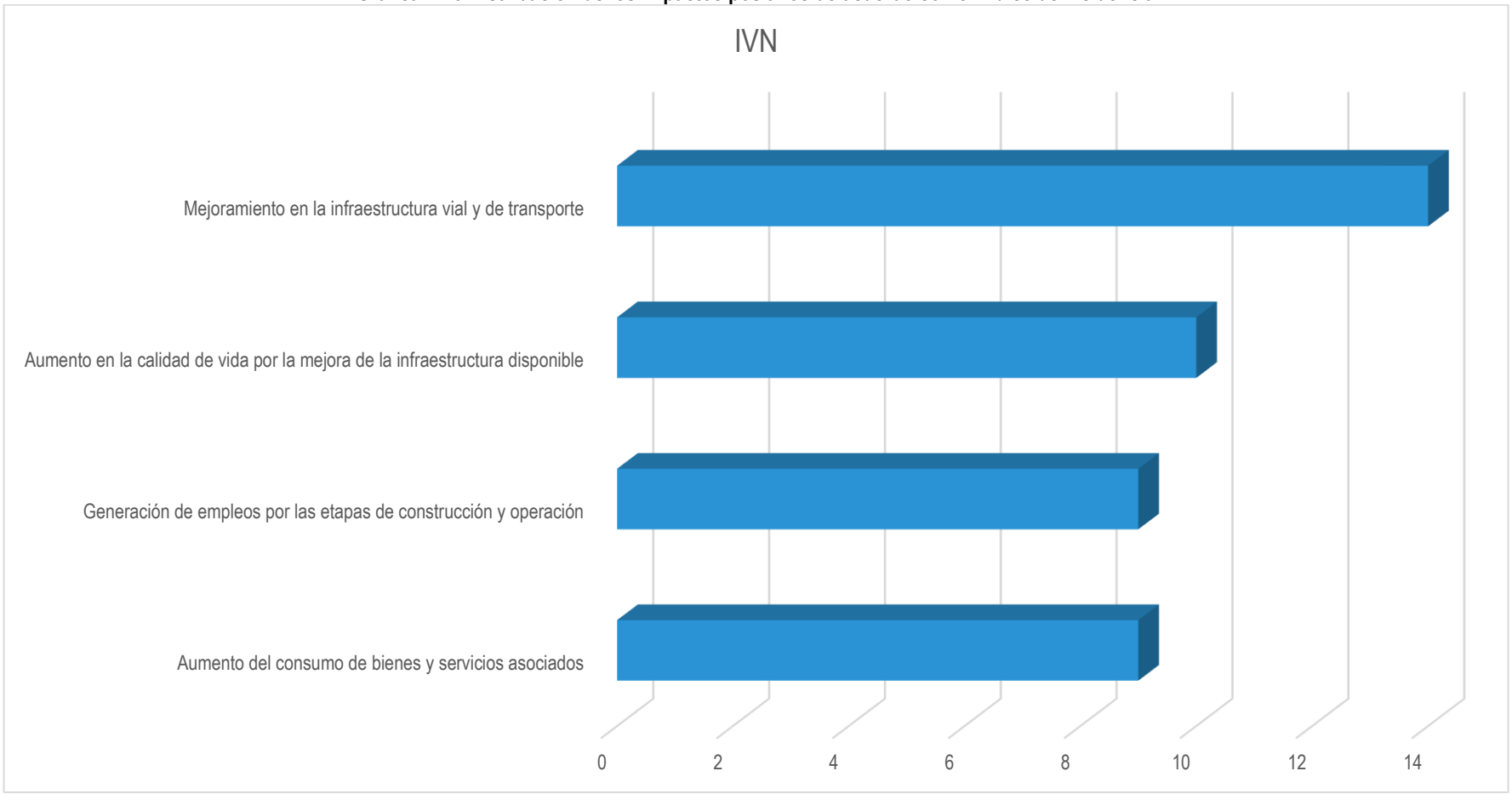
En las siguientes gráficas se muestra la distribución de los impactos ambientales detectados de acuerdo con la ponderación obtenida en el Índice de Incidencia (Ivn) aplicado.

Gráfica IV. 8 Distribución de los impactos negativos de acuerdo con el índice de incidencia



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Gráfica IV. 9 Distribución de los impactos positivos de acuerdo con el índice de incidencia



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Los resultados del análisis por marcador de Ivn nos muestran que los atributos con mayores impactos negativos son: la modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en cauces, la pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación, el aumento en los niveles de erosión y la perdida de individuos de vegetación. Estos atributos se verán invariablemente impactados derivado de la ejecución de las actividades del proyecto, principalmente durante las etapas de preparación y construcción.

Por su parte la modificación de la topografía muestra una considerable acumulación debido a que serán impactos permanentes y acumulativos.

De lo anterior se concluye que las actividades que generarán los principales efectos serán la modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en el cauce (-15), la pérdida de hábitat por el desmonte de la vegetación (-14), aumento en los niveles de erosión (-14), la pérdida de individuos de vegetación (-14), la modificación a la topografía por las actividades (-13) y la modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión (-13) derivados del desmonte de vegetación, despalme de suelo, excavaciones, cimentación de base, construcción de terraplenes y tránsito de automóviles.

Los efectos negativos de importancia media se darán hacia el aumento en los procesos de denudación (-12), la modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica (-11), la modificación de la calidad del aire por las emisiones de partículas (-11), el aumento en los niveles de ruido (-11) y la pérdida de individuos de fauna por atropellamiento (-10).

Lo anterior debido a que la mayoría de las actividades de las diversas etapas del proyecto impactarán al hábitat y afectarán la calidad de los elementos abióticos. En este sentido, se recalca que no se afectará el cauce natural, sin embargo, se considera podrían generarse impactos de carácter temporal, reversible y no acumulativos sobre la corriente donde se construirá el puente. Es importante mencionar que el puente no afectará otras corrientes, ya que se diseñó para librarlo; por lo que a pesar de que serán atributos continuamente impactados, retornarán a su estado actual una vez terminada la etapa de construcción. No obstante, con la aplicación de medidas preventivas y mitigantes, este impacto medio que afecta la calidad hídrica se puede reducir considerablemente.

Respecto a la fauna, se implementará un Programa de Rescate de Fauna silvestre y se podrá desarrollar y dar continuidad a una Propuesta de Pasos de Fauna que favorezca la conservación y protección de las especies de lento desplazamiento o pequeños mamíferos.

IV.2.2. Selección y descripción de los impactos significativos

IV.2.2.1. Jerarquización de los impactos ambientales negativos

Una vez realizado el análisis de impactos por: etapa del proyecto y valoración del Ivn, se procede a seleccionar y describir los impactos de mayor significancia dentro del proyecto.

Para poder llevar a cabo una adecuada selección y descripción de los impactos significativos se realizó una sumatoria de los marcadores obtenidos para actividad para así conocer cuales actividades representan el mayor impacto tanto negativo como positivo. Posteriormente se clasificaron de acuerdo con tres intervalos para determinar su categoría; la clasificación es la siguiente.

Tabla IV. 21 Categorías de los impactos evaluados con el índice de incidencia (Ivn).

Significancia	Intervalos
Muy Alta	075 – 1.00
Alta	0.50 - 0.74
Media	0.25 - 0.49
Baja	0 - 0.25

Con la obtención del índice, se puede realizar la clasificación o jerarquización de los impactos, los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla IV. 22 Jerarquización de los impactos negativos

No.	Impacto	IVN	Índice	Categoría de Significancia
1	Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en cauces	-15	0.77	Muy Alta
2	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación	-14	0.69	Alta
3	Aumento en los niveles de erosión	-14	0.69	Alta
4	Pérdida de individuos de vegetación	-14	0.69	Alta
5	Modificaciones a la topografía por las actividades	-13	0.62	Alta
6	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión	-13	0.62	Alta
7	Aumento en los procesos de denudación	-12	0.54	Alta
8	Modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica.	-11	0.46	Alta
9	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas	-11	0.46	Alta
10	Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza	-11	0.46	Media
11	Pérdida de individuos por el atropellamiento	-10	0.38	Media
12	Aumento en los niveles de ruido	-9	0.31	Media
13	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos	-9	0.31	Media
14	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	9	-1.08	Baja
15	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible	9	-1.08	Baja
16	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	10	-1.15	Baja
17	Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte	14	-1.46	Baja

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se puede observar, los impactos negativos con mayor significancia que modificarán a los factores ambientales como suelo, geomorfología, vegetación, fauna y paisaje de la zona donde se pretende implantar el proyecto, se presentan principalmente en las etapas de preparación y construcción. Los impactos más importantes se generarán durante el desmonte y despalme del suelo, excavación, nivelación y rellenos, cortes, construcción de la base, subbase y terraplenes debido a las modificaciones irreversibles y permanentes que estas actividades propiciarán sobre la geomorfología, a nivel edáfico y composición del hábitat aunado a impactos temporales y reversibles que se darán sobre la calidad del aire y calidad del agua.

En la siguiente tabla se analiza la representatividad y distribución porcentual de los impactos negativos identificados.

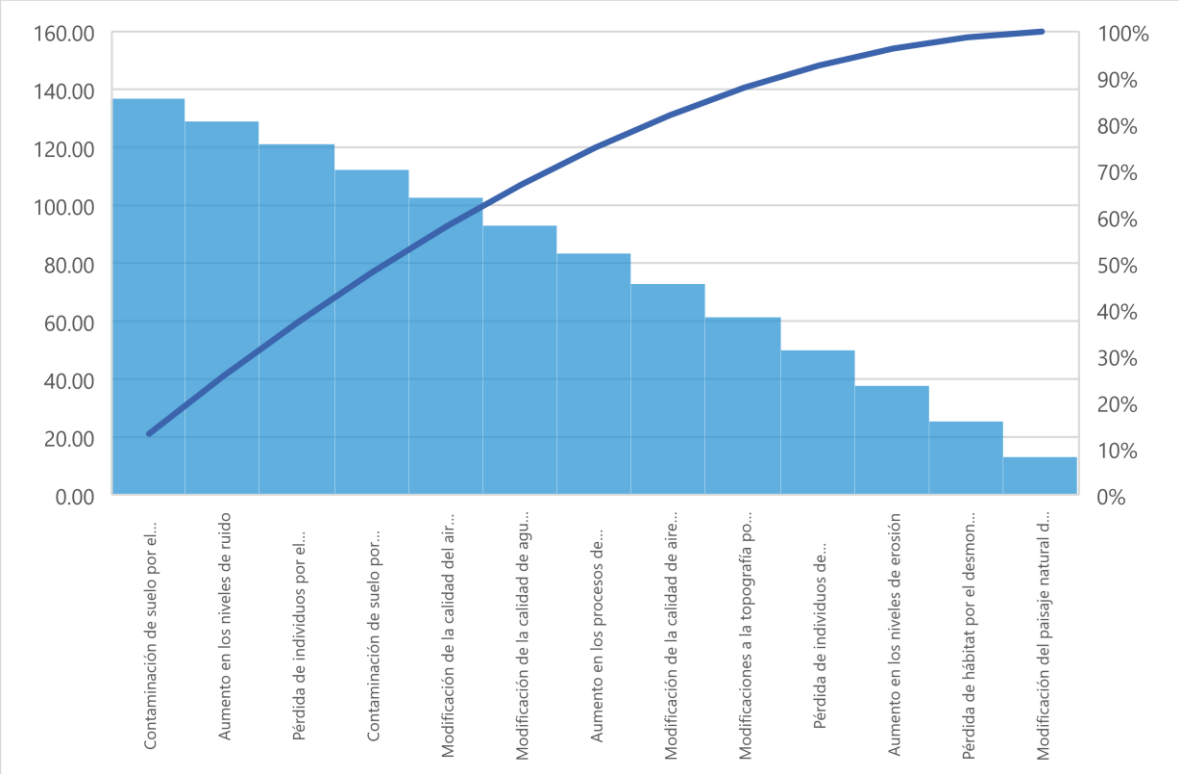
Tabla IV. 23 Porcentaje de acumulación de los impactos ambientales negativos

No.	Impacto	IVN	%	% Acumulativo
1	Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en cauces	-15	13.16	13.16
2	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación	-14	12.28	25.44
3	Aumento en los niveles de erosión	-14	12.28	37.72
4	Pérdida de individuos de vegetación	-14	12.28	50.00
5	Modificaciones a la topografía por las actividades	-13	11.40	61.40
6	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión	-13	11.40	72.81
7	Aumento en los procesos de denudación	-12	10.53	83.33
8	Modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica.	-11	9.65	92.98
9	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas	-11	9.65	102.63
10	Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza	-11	9.65	112.28
11	Pérdida de individuos por el atropellamiento	-10	8.77	121.05
12	Aumento en los niveles de ruido	-9	7.89	128.95
13	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos	-9	7.89	136.84

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

La siguiente gráfica muestra la representatividad porcentual de cada impacto con respecto a la significancia obtenida, con la inclusión de su descripción y respectivas medidas de mitigación en el texto respectivo.

Gráfica IV. 10 Distribución total de la acumulación de los impactos ambientales negativos por actividad



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se puede observar en la tabla anterior los 4 impactos más significativos representan el 50.00 % de acumulación de los impactos negativos que generará el proyecto.

En la siguiente tabla, se presentan las actividades que representan la generación de los mayores efectos negativos:

Tabla IV. 24 Descripción de los impactos ambientales negativos con mayor significancia

Actividad Generadora de Impacto	Descripción de Impactos Generados
Excavación	Esta actividad consiste en excavar la superficie para remover las capas de suelo y roca necesarias para nivelar el suelo y poner los pilotes del puente, por lo que se modificará la geomorfología del sitio. Estas actividades se asocian al transporte y movimiento de materiales con equipo pesado y movimiento de vehículos de carga y personal, que en consecuencia generan, de forma permanente y puntual, la eliminación de la cubierta vegetal, erosión del suelo, denudación del material geológico, modificación del relieve y temporalmente, ruidos, emisiones a la atmósfera y polvos fugitivos, así como afectaciones directas a la fauna, tanto a los organismos como a sus nichos y madrigueras, así como su ahuyentamiento temporal.
Construcción de Puente y Terraplenes	La construcción del puente y terraplenes a lo largo del derecho de vía sobre el lomerío con cañadas requerirá la operación de maquinaria pesada, vehículos de carga y equipo, lo cual se traduce en afectación local y temporal, de la calidad del aire con gases de combustión y partículas, así como el ahuyentamiento de la fauna local. De manera permanente ocurre el cambio de uso del suelo, la desaparición de los horizontes edáficos y la creación de una barrera física que modificará el drenaje superficial, requiriendo la incorporación de las obras de drenaje y subdrenaje. De manera indirecta y sobre el lomerío con cañadas pueden existir caídas de materiales abajo, que puede incidir en el cauce e incrementar los sólidos en suspensión.
Desmonte de la vegetación	El desmonte de la vegetación para construir el puente es un impacto de mediana magnitud e importancia, ya que elimina por la cubierta vegetal, conformada de agricultura de temporal

Actividad Generadora de Impacto	Descripción de Impactos Generados
	anual y pastizal inducido. Indirectamente son afectados la fauna y el hábitat. Es un impacto permanente, que conduce a la reducción de la cobertura vegetal y del hábitat para la fauna, de comunidades vegetales cuya reintegración requiere un largo plazo y esfuerzos importantes, debido a la severa restricción de suelos escasamente desarrollados y una escasa precipitación pluvial.
Despalme del suelo	La integración del proyecto, requiere la desaparición permanente del suelo en su zona de ocupación, a lo largo del derecho de vía en toda la trayectoria de los accesos donde existen lomeríos, así como en las zonas donde se construirá el puente, asociado a la desaparición de la vegetación y de los horizontes edáficos, la modificación del relieve y del patrón de escorrentía superficial, por lo cual se promoverá la erosión del suelo, así como la generación temporal y local de gases de combustión a la atmósfera, polvos y ruidos, por el uso de maquinaria, vehículos y equipo pesado, para realizar el movimiento de materiales. La eliminación de la capa edáfica superficial es una afectación permanente e irreversible, eliminando el sustrato fértil y exponiendo el material geológico a procesos de intemperismo.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

IV.2.2.2. Jerarquización de los impactos ambientales positivos

La misma metodología de jerarquización será aplicada para los impactos positivos.

Tabla IV. 25 Categorías de los impactos evaluados con el índice de incidencia (Ivn).

Significancia	Intervalos
Muy Alta	0.75 - 1.00
Alta	0.50 - 0.74
Media	0.25 - 0.49
Baja	0 - 0.25

Con la obtención del índice, se puede realizar la clasificación o jerarquización de los impactos, los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla IV. 26 Jerarquización de los impactos positivos

Impacto	Índice	Categoría en Significancia
Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	-1.08	Baja
Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible	-1.08	Baja
Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	-1.15	Baja
Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte	-1.46	Baja

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En cuanto a los impactos positivos encontramos que los efectos de mayor relevancia son: Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte y el aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible, lo anterior derivado de la ejecución de todas las actividades del proyecto, ya que promoverán mejoras a la dinámica social, brindarán prevención de accidentes y seguridad para los usuarios del puente, además de que impulsarán actividades primarias como agricultura y ganadería mismas que son las dominantes en la economía de los municipios.

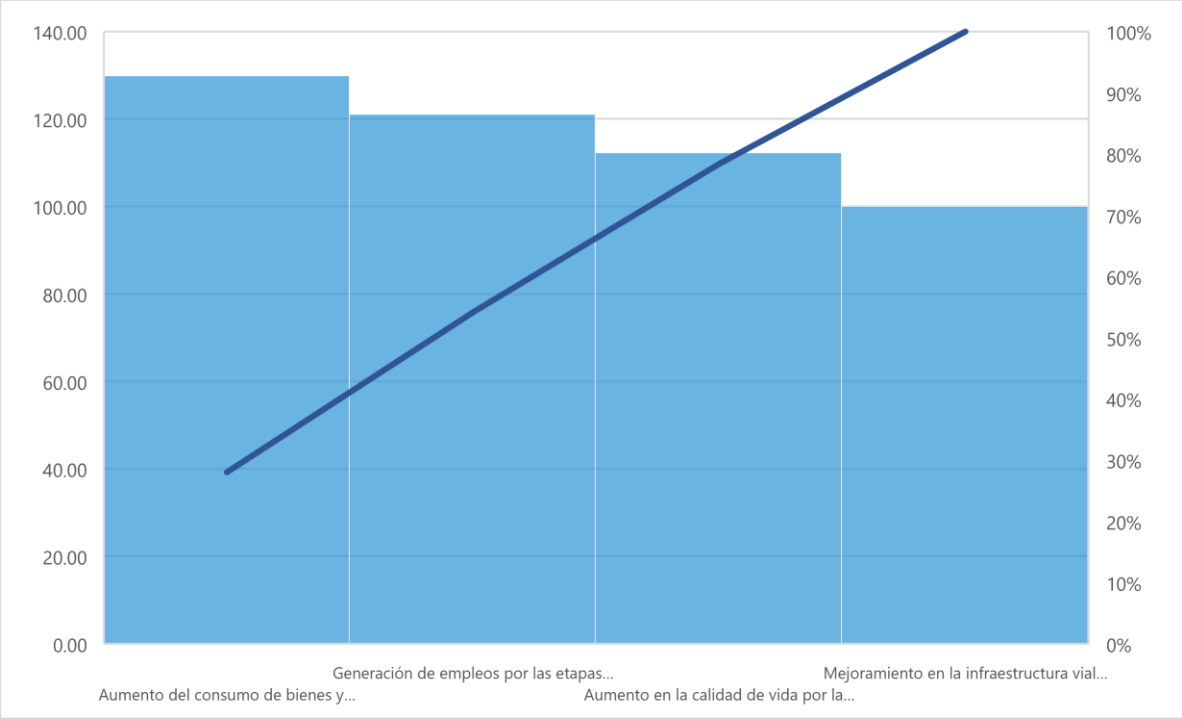
En la siguiente tabla se analiza la representatividad y distribución porcentual de los impactos negativos identificados.

Tabla IV. 27 Porcentaje de acumulación de los impactos ambientales positivos

No.	Impacto	IVN	%	% Acumulativo
1	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	9	-7.89	129.82
2	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible	10	-8.77	121.05
3	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	10	-8.77	112.28
4	Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte	14	-12.28	100.00

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Gráfica IV. 11 Distribución total de la acumulación de los impactos ambientales positivos.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se puede observar en la tabla anterior, los 4 impactos se encuentran estrechamente relacionados, por lo que favorecen a que el porcentaje acumulativo disminuya en relación con los aspectos negativos.
En la siguiente tabla, se presentan las actividades que representan la generación de los mayores efectos positivos significativos.

Tabla IV. 28 Descripción de los impactos ambientales positivos que generaran las actividades con mayor acumulación

Actividad del Proyecto	Descripción de Impactos Generados
Mantenimiento	Si bien las actividades de mantenimiento mayor y rutinario al puente provocarán efectos adversos, también debe enfatizarse que estas labores brindarán a los usuarios una mayor seguridad vial y generarán fuentes de empleo formales para su ejecución, mantenerlo en buen estado incrementará el consumo de bienes y servicios en la región y disminuirá los tiempos de traslado para mercancías.
Programa de vigilancia	La población se beneficiará ya que se disminuirán los riesgos viales al transitar por un puente en mejores condiciones, de igual manera se generarán empleos durante la implementación del programa de vigilancia para la prevención de accidentes.
Tránsito vehicular	La operación del proyecto proveerá de mayores ingresos a la región debido que la construcción no trae consigo la apertura de nuevas áreas de explotación (agrícola, silvícola y/o minera), pero si constituye una condición necesaria para contar con mejor tecnología para la explotación de superficies existentes dedicadas a esos rubros. Los habitantes se verán beneficiados en el acceso a mejores servicios y acortarán sus tiempos de recorrido sin contar el ahorro de combustible que tendrán los usuarios.
Mantenimiento a carpeta asfáltica	Estas labores brindarán a los usuarios una mayor seguridad vial y generarán fuentes de empleo formales para su ejecución, el mantener el puente en buen estado incrementará el consumo de bienes y servicios en la región y disminuirá los tiempos de traslado para mercancías.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El análisis integral de impactos realizado a lo largo de este capítulo permite anticiparse a las necesidades de establecer el conjunto de medidas de mitigación necesarias para atenuar los efectos negativos que habrían de presentarse a lo largo de la vida del proyecto, por lo que las medidas de mitigación y/o restauración para implementar el proyecto deberán orientarse principalmente a mitigar, minimizar y compensar los efectos sobre la topografía, suelos, vegetación fauna y calidad del agua.

IV.3. Impactos Acumulativos y Residuales

Una vez identificados los impactos significativos, se hace preciso una previsión y valoración de los impactos que resultan acumulativos y residuales. Esta operación es importante para aclarar aspectos que la propia simplificación del método conlleva.

IV.3.1. Impactos Acumulativos

Los **impactos acumulativos** refieren a aquellos efectos en el ambiente que resultan del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente[1]. Conforme al análisis realizado, se puede manifestar que los impactos acumulativos pueden tener diferentes niveles, dependiendo de su presencia.
De acuerdo con Bojórquez-Tapia, (1989) y Conesa Fdez.-Vitora (2010), la acumulación se clasifica de la siguiente manera.

Tabla IV. 29 Clasificación de los impactos por su caracterización.

Escala	Acumulación
0	**Nula**. Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos.
1	**Poca**. Cuando se presentan efectos aditivos entre dos actividades sobre el mismo componente ambiental.
2	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres actividades sobre el mismo componente ambiental.
3	**Alta**. Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más actividades sobre el mismo componente ambiental.
4	**Muy Alta**. Cuando una acción al prolongarse en el tiempo incrementa progresivamente la magnitud del efecto, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.

Con base en lo anterior, se determinó que, de los 17 impactos a generar por el desarrollo del proyecto, de los cuales 13 son negativos y 4 positivos, existen seis impactos negativos con acumulación. Este tipo de acumulación se considera baja.
Asimismo, los impactos positivos también presentan acumulación baja y media. A continuación, se presenta la caracterización de los impactos.

Tabla IV. 30 Caracterización de la acumulación en los impactos significativos.

NO.	Impacto	Acumulación
1	Aumento en los procesos de denudación	0
2	Modificaciones a la topografía por las actividades	0
3	Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza	0
4	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos	1
5	Aumento en los niveles de erosión	1
6	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión	0
7	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas	1
8	Aumento en los niveles de ruido	0
9	Modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica.	1
10	Pérdida de individuos de vegetación secundaria	0

[1] *Disponible en: https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/recursos/228422/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet48a1.htm*

NO.	Impacto	Acumulación
11	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación	1
12	Pérdida de individuos por el atropellamiento	1
13	Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en el cauce	0
14	Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte	2
15	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible	2
16	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	1
17	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	1

IV.3.2. Impactos residuales

Los **impactos residuales** corresponden a los que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación. Como resultado de la realización del proyecto, se esperan cuatro impactos positivos que dada la permanencia se pueden considerar residuales. Asimismo, se identificaron tres impactos de carácter negativo que serán residuales. A continuación, se presenta su caracterización.

Tabla IV. 31 Caracterización de los impactos residuales.

NO.	Impacto	Residual
1	Aumento en los procesos de denudación	0
2	Modificaciones a la topografía por las actividades	0
3	Contaminación de suelo por derrame accidental de materiales de diferente naturaleza	0
4	Contaminación de suelo por el manejo inadecuado de residuos	0
5	Aumento en los niveles de erosión	Permanente/Residual
6	Modificación de la calidad de aire por la emisión de gases efecto de la combustión	0
7	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas	0
8	Aumento en los niveles de ruido	0
9	Modificación de la calidad de agua y dinámica hidrológica.	Permanente/Residual
10	Pérdida de individuos de vegetación secundaria	Permanente/Residual
11	Pérdida de hábitat por el desmonte de vegetación	0
12	Pérdida de individuos por el atropellamiento	0
13	Modificación del paisaje natural de la zona y especialmente en el cauce	0
14	Mejoramiento en la infraestructura vial y de transporte	Permanente/Residual
15	Aumento en la calidad de vida por la mejora de la infraestructura disponible	Permanente/Residual
16	Generación de empleos por las etapas de construcción y operación	Permanente/Residual
17	Aumento del consumo de bienes y servicios asociados	Permanente/Residual

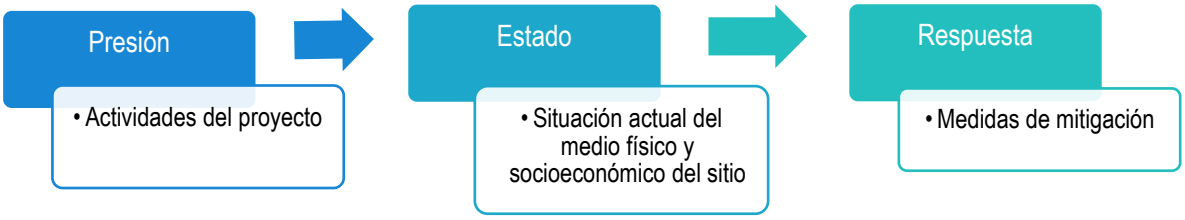
Respecto a los impactos negativos residuales, el de mayor relevancia es el aumento de erosión en sitios puntuales, seguido de la modificación a la dinámica hidrológica y la pérdida de vegetación, mismos que se consideran impactos permanentes.

IV.4 Indicadores de impacto.

Un indicador de impacto ambiental es la expresión medible de un impacto ambiental aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración; un indicador, pues. debe ser capaz de representar numéricamente el estado del factor que pretenden valorar (Orea y Villarino, 2013). Los indicadores tienen como objetivo prioritario la evaluación, cuantificación y adecuación de las actuaciones previstas para la consecución de los objetivos (Méndez, 2012). Se puede decir que son los elementos de síntesis que nos dan idea de la situación ambiental de un territorio. Cubren la necesidad, por un lado; de disponer de una información lo más amplia, compleja y completa posible, y por otro lado y, sobre todo. de dar imágenes sintéticas del problema ambiental que faciliten la formación de opinión a la hora de lomar decisiones Fernández-Vítora, (2009).
Para identificar los posibles impactos ambientales en la integración del proyecto, es necesario establecer indicadores que señalen dichos impactos ambientales.

Los indicadores propuestos se utilizarán para determinar el efecto de las actividades del proyecto y proponer medidas de mitigación, siguiendo el método de Presión, Estado, Respuesta (PER). El modelo consiste en el establecimiento de la interrelación entre las actividades humanas (presión) y su impacto en el estado del medioambiente (estado), con ello se genera las acciones a realizar para atender la problemática en cuestión (respuesta). Esto de manera sistemática representa un marco conceptual adecuado para el planteamiento de indicadores que además de reflejar una problemática en común, permite establecer la efectividad de las acciones para mejorar el estado ambiental en referencia a la presión de la actividad antropogénica, que en este caso será la implantación del proyecto, el modelo PER propuesto para el proyecto se presenta a continuación.

Figura IV. 3 Modelo PER para el proyecto.



En los apartados posteriores se realizará un acercamiento de los factores que resultaran posiblemente afectados, así como de las acciones que generaran dichos impactos que en este caso fungen como los pilares del modelo PER.
A continuación, se presenta una serie de indicadores cuantitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la integración del proyecto, donde se ha considerado incluir aquellos que puedan ser representativos, relevantes, medibles y de fácil identificación y seguimiento. Por otra parte, y dado que estos indicadores de impacto varían a lo largo del tiempo, de acuerdo con la etapa en que se encuentra, se presentan para cada fase del proyecto la factibilidad de su aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando, analizando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, de acuerdo con el momento del desarrollo del proyecto.

Tabla IV. 32 Indicadores para el seguimiento de los impactos ambientales derivados del proyecto.

Factor Ambiental Atendido	Indicador De Impacto Ambiental	Etapa			
		Preparación	Construcción	Operación	Mantenimiento
Geomorfología, relieve e Inestabilidad.	Superficie afectada de la geomorfología.	X	X		
Vegetación y Hábitat.	Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.	X			X
	Volumen de vegetación triturada y reincorporada al suelo como sustrato.	X			
	Numero de organismos arbóreos propagados.		X	X	X
	Supervivencia de organismos arbóreos sembrados.			X	X
	Superficie rehabilitada con vegetación local.		X	X	X
Fauna.	Número de organismos reubicados	X	X		X
	Número de madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	X	X		X
	Número de cursos de educación y capacitación ambiental.	X	X	X	X
Suelo.	Volumen de suelo almacenado y reutilizado.	X	X		
Hidrología Superficial.	Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial.	X	X	X	
	Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces.	X	X		
Seguridad en el transporte.	Número de accidentes ocurridos en el proyecto y lugar de incidencia.			X	
Seguridad e higiene en el trabajo.	Número de accidentes laborales por actividad.	X	X		X

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Como se observa en la tabla anterior, los Indicadores de Impacto Ambiental seleccionados cubren todos los factores ambientales que se identificaron como susceptibles de sufrir algún tipo de afectación, lo cual permite un monitoreo, valoración y atención a la calidad ambiental de los diferentes atributos y en consecuencia, tener presente la necesidad de dar cumplimiento a las medidas de mitigación precisas para atender y compensar las modificaciones negativas que habrán de ocurrir por la realización del proyecto.

En la siguiente tabla se detallan los indicadores de impacto ambiental enunciados para el Proyecto, incluyendo la forma de evaluación o medición, así como el comportamiento del indicador a lo largo del tiempo.

Tabla IV. 33 Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental del proyecto.

Indicador de Impacto Ambiental	Elementos de Evaluación
Superficie de la geomorfología afectada.	Evaluar la modificación del relieve y vigilar la inestabilidad de la roca y cuantificar la superficie inicial sin afectación, y posteriormente de manera periódica cuantificar el área afectada, señalando las áreas con mayor grado de riesgo de derrumbes y movimientos de material. Se puede incluir accidentes y daños a los vehículos.
Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.	Cuantificar la superficie inicial que presenta una cobertura vegetal y posteriormente cuantificar la superficie final afectada por las actividades del proyecto.
Volumen de vegetación triturada y reincorporada al suelo como sustrato.	Estimar el volumen de vegetación triturada y adicionada al suelo recuperado, lo cual da como resultado el volumen final reutilizado.
Numero de organismos propagados.	Considerar el número de especies protegidas o endémicas propagadas, ya sea mediante su propagación vegetativa u otro tipo de germoplasma.
Supervivencia de organismos sembrados.	Desarrollar campañas de revegetación en diferentes espacios, ya sea predios a lo largo del derecho de vía del Proyecto o terrenos en recuperación, o de interés ecológico y cuantificar el número de organismos sembrados y la tasa de sobrevivencia.
Superficie rehabilitada con vegetación local.	Estimar la superficie rehabilitada por la incorporación de vegetación local de interés.
Número de organismos reubicados.	Cuantificar el número de organismos de especies endémicas o de interés ecológico, que son reubicados a lo largo del proceso de integración del proyecto.
Madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	Cuantificar el número de madrigueras o nidos rescatados y que son reubicados a lo largo del proceso de integración del proyecto.
Cursos de educación y capacitación ambiental.	Número de cursos de educación y capacitación ambiental ofrecidos a la población local y trabajadores de la empresa constructora.
Volumen de suelo almacenado y reutilizado.	Cuantificar el volumen de suelo retirado y almacenado, para posteriormente ser utilizado en actividades de recuperación ecológica, ya sea dentro de predios afectados o en otros terrenos de interés particular de la población.
Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial.	Cuantificar el número de eventos que depositaron material incidentalmente en los arroyos o avenidas intermitentes, analizando sus condiciones, afectadas, como turbidez, sólidos suspendidos totales, conductividad eléctrica y color.
Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces.	Cuantificar el número de eventos que depositaron incidentalmente, estimando la cantidad de sólidos suspendidos totales, al inicio y posterior al desarrollo de las actividades directamente ligadas con el proyecto.
Número de accidentes laborales por actividad.	Llevar periódicamente un registro pormenorizado de los accidentes e incidentes de todas las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Si bien, se identificaron más impactos negativos, solo uno de ellos presenta categoría de significancia "más alta" con valores de 0.77. Asimismo, seis impactos más presentaron una categoría "alta" con valores de 0.69, 0.62 y 0.54. Los impactos que presenta la puntuación más alta con respecto a la valoración por criterios resultan permanentes y mitigables con determinadas acciones de protección al medio.
El proyecto no afectará corrientes, sin embargo, modificará temporalmente el flujo natural de uno para la construcción del puente, no obstante, se desarrollarán acciones de prevención, mitigación y conservación, lo cual, no afectará las condiciones hidrológicas de la región y representa una oportunidad para la mejora de la infraestructura vial en la región que permitirá la conectividad de las localidades cercanas y será propulsor de la economía en el estado.

De acuerdo con la matriz descriptiva de los impactos identificados (Ver Tabla IV.12.) **con la implementación del proyecto, así como el análisis de sensibilidad y las categorías de la significancia de estos, se concluye que el proyecto puede realizarse, debido a que no pone en riesgo la integridad funcional y capacidad de carga del ecosistema y se desarrollarán acciones y programas preventivos y mitigantes que favorezcan la protección y conservación de los ecosistemas.**

IV.5 MEDIDAS DE MITIGACIÓN A IMPLEMENTAR EN EL PROYECTO

Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación puntual en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto, desde la selección del sitio, hasta el abandono del proyecto, permite la disminución de los impactos ambientales, estas son una herramienta para prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados, donde el conjunto de medidas de mitigación generará efectos benéficos con la capacidad de movilizar la respuesta positiva hacia otros factores ambientales, e inclusive ofrecen un efecto atenuador de otros impactos indirectos, derivados ya sea de las actividades del proyecto. Las medidas pueden incluir uno o varios de los beneficios siguientes:

1. Evitar el impacto total, al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
2. Minimizar los impactos, al limitar la magnitud del proyecto.
3. Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
4. Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
5. Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental define a las medidas de mitigación como: "*conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se originen con la realización del proyecto en cualquiera de sus etapas*", clasificándolas de la siguiente manera:

- Prevención: P1
- Mitigación: M1
- Compensación: C1
- Restauración: R1

Tabla IV. 34 Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.

Factor Ambiental	Actividad	Impacto Generado
AGUA	Instalación de Puente.	Disminución de la calidad del agua.
		Desplazamiento de especies.
SUELO	Extracción de materias primas y transporte del material orgánico.	Afectación al suelo.
	Remoción del suelo orgánico.	Pérdida del suelo orgánico.
	Remoción de la vegetación, extracción de materias primas, remoción del material orgánico y transporte del material orgánico.	Alteración del paisaje
FLORA	Remoción de la vegetación y suelo.	Afectación a la biodiversidad.
	Remoción de la vegetación y transporte de materias primas.	Pérdida de la cobertura vegetal.
	Remoción de la vegetación.	Pérdida de la captura de carbono.
		Pérdida de generación de oxígeno.
		Alteración de la modulación o regulación climática.
FAUNA	Instalación de Puente.	Afectación a la biodiversidad.
	Remoción de la vegetación y suelo.	
		Desplazamiento de especies.

De manera convencional se entiende como medidas contra impactos a todas aquellas acciones realizadas con el fin de prevenir, reducir y remediar la afectación al ambiente. Por lo que el objetivo del presente capítulo se enfoca en las medidas propuestas para contrarrestar los efectos ocasionados por la ejecución del proyecto. Las medidas de mitigación propuestas se consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental siendo que las medidas a aplicar se han enfocado a las etapas comprendidas del proyecto. Las medidas de mitigación para el proyecto se presentan en la siguiente tabla:

En el estudio se presentan las medidas de mitigación generales y particulares, las medidas generales se indican en la siguiente tabla.

Tabla IV. 35 Medidas de Mitigación de los Impactos Generados

Actividad	Medida de Mitigación
Acceso al puente.	Utilizar solamente el área requerida. Contar y aplicar un Plan Integral de Manejo de Residuos, por Generación de Residuos y uso de Sustancias Tóxicas. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra. Escarificar los terrenos que se utilizarán, para favorecer el retorno de la cubierta vegetal. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 12 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
Excavación	Realizar la excavación y actividades asociadas durante la época de sequía, tiempo en el cual el flujo hidrológico es menor, permitiendo un desarrollo de actividades de manera más segura. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la vegetación y fauna silvestre. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. Arrendar sanitarios portátiles a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 12 trabajadores, evitando disponer los residuos directamente al cauce. Evitar la caída de materiales al cauce, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental.
Despalme del suelo	Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo natural removido, para mezclarse posteriormente con residuos vegetales y reutilizado en actividades de rehabilitación ambiental, áreas verdes o revegetación. Utilizar el suelo almacenado para la rehabilitación de sitios degradados, incluso en sitios alejados de la zona de obra, como los terrenos de los bancos de material y zonas erosionadas, que posee particular interés para la conservación en la región, dando prioridad a la afectación del camino de desvío. Utilizar el material despalmado como base o arrope final de los terraplenes o cunetas o en su defecto sobre las terrazas de las corrientes hidrológicas. La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, equipo pesado y vehículos, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo. Evitar la caída de materiales al cauce, estableciendo un distanciamiento o una barrera física, de protección entre el área de trabajo, por lo que se reitera la importancia de trabajar en época de secas. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores, evitando la disposición directa de los residuos al cuerpo de agua intermitentes o en terrenos baldíos, responsabilizando a la empresa arrendadora a su adecuada disposición final. Promover el almacenamiento del suelo para contar con un banco de germoplasma (semillas inertes) que serán utilizadas en la futura integración en áreas que requieran su rehabilitación o revegetación.
Nivelación y relleno	Humedecer las áreas que se abran para las terracerías. Evitar la acumulación innecesaria de materiales en la cercanía de cauces hidrológicos, procediendo a su retiro. Evitar que permanezca la compactación del suelo en sitios no requeridos, realizando acciones de escarificación en sitios donde hubo mucho paso de equipo y maquinaria pesada.

Actividad	Medida de Mitigación
	Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación por parte de los operadores. Al término de la obra, restituir las características originales de los caminos utilizados, para regresar a sus usos originales. Desarrollar un programa de manejo de residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada. Lo anterior incluye contar con su registro de generador de residuos peligrosos de la empresa constructora ante la SEMARNAT, así como contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
Obras complementarias	Los sitios destinados a obras provisionales no podrán presentar vegetación. Se deberá emplear siempre materiales ligeros de construcción que sean sencillos de retirar al concluir los trabajos. El sitio de almacén de residuos deberá de cumplir con la normatividad aplicable. El patio de maquinaria deberá estar limpio de derrames. En caso de requerir cambio de aceite o servicio menor de la maquinaria, se contará con un kit antiderrame y utilizar geomembranas para evitar contaminación al suelo. Colocar los sanitarios de modo tal que su mantenimiento sea sencillo por parte de la empresa autorizada. No se permitirá crear fogatas. Los tambos de residuos deberán ser metálicos con tapa y separando la basura conforme a la normatividad aplicable. La herramienta de mano y los materiales de construcción no podrán estar dispersos en las áreas de trabajo. Se deberá de contar con las bitácoras de recolección de residuos sólidos y peligrosos. Se deberá contar con las bitácoras de mantenimiento de maquinaria, en caso de ser necesario. No se podrán ubicar los sitios de obras adicionales cerca de escurrimientos.
Desmonte	Establecer un programa de conservación de Flora Nativa de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, considerando las especies aprovechadas por la fauna silvestre y de interés especial. Diseñar un Programa de Conservación de Flora Nativa, así como un Programa de Reforestación para la protección y mejoramiento del hábitat a lo largo de la trayectoria del Proyecto, que incluya su reproducción y establecimiento en campo, para compensar el derribo o movimiento de vegetación, donde se puede integrar organismos de la vegetación local. Retirar y/o reubicar la vegetación de manera selectiva, iniciar con vegetación de interés ecológica y de organismos que permitan garantizar su sobrevivencia durante su movimiento. Eliminar la vegetación de forma manual, mediante el uso de motosierra y con un derribo direccional, siempre dirigido hacia el interior del derecho de vía, nunca utilizar maquinaría o sustancias químicas. Retirar la vegetación siempre de manera selectiva, iniciar con la vegetación de uso comercial y de interés para los pobladores o dueños de los predios, posteriormente retirar la vegetación restante. Realizar el troceo de especies en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico derivado del despalme e incorporar esta mezcla en zona de interés, como áreas verdes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental, por ejemplo, taludes y derechos de vía habilitados para el desarrollo del proyecto, sin que obstaculicen las acciones de operación y mantenimiento proyectadas. Evitar la quema de residuos vegetales o residuos domésticos en la zona de trabajo o en la cercanía. Compensar la vegetación que se haya eliminado integrando nuevos individuos en otros sitios, como áreas verdes, sitios con signos de deterioro, incluso ubicados fuera de la trayectoria del trazo o

Actividad	Medida de Mitigación
	zona de obra, o en áreas que se encuentren en proceso de recuperación ecológica, como en sitios del banco de extracción de materiales, donde será necesario proceder a su rehabilitación ecológica, bajo la responsabilidad del dueño del banco de materiales. Favorecer la integración de la vegetación, depositando suelo y material vegetal en la superficie adyacente de las zonas de obra, partes bajas de los cortes, taludes de los terraplenes y zonas con signos de deterioro, dado que el suelo funciona como un banco de germoplasma vegetativo. Realizar, al finalizar los trabajos, una campaña de revegetación con especies locales y con la población local, a todo lo largo de la zona de obra, asegurando su sobrevivencia mediante su mantenimiento respectivo. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, al menos uno por cada 20 trabajadores, garantizando el manejo adecuado de los residuos.
Acarreo de Materiales	Programar los acarreos en horarios diurnos. Hay que asegurar que la maquinaria este en perfectas condiciones de uso. En el caso de transporte de materiales que puedan esparcirse cubrir los camiones con una manta. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente. Establecer controles y límites máximos de velocidad en el trazo del puente, sobre todo en la zona urbana, para atender los nodos conflictivos. Integrar suficientes fantasmas, vallas de contención, señalamientos informativos y preventivos en toda la trayectoria del Proyecto. Integrar señalamientos y reductores de velocidad para evitar las posibilidades de accidentes y colisiones vehiculares, debido a la potencial afluencia vehicular que habrá de circular por el trayecto del Proyecto. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. La empresa constructora debe prohibir a los conductores ocasionar afectaciones a la fauna silvestre y vegetación existente a lo largo de la zona de obra del Proyecto. La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico. Establecer límites de velocidad a vehículos pesados. La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en zonas urbanas. Se debe contar con un programa de manejo integral de estos residuos especiales, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente.
Manejo y disposición de residuos de obra	Contar y aplicar un programa integral de residuos, tanto domésticos como peligrosos y de manejo especial. Contar con sitios específicos para el depósito temporal de los residuos. Contar con los contratos para la disposición de todo tipo de residuos. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra.
Operación de Maquinaria y Equipo	Realizar la excavación y actividades asociadas durante la época de sequía, tiempo en el cual el flujo hidrológico es prácticamente nulo, permitiendo un desarrollo de actividades de manera más segura. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la vegetación y fauna silvestre. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.

Actividad	Medida de Mitigación
	Arrendar sanitarios portátiles a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 12 trabajadores, evitando disponer los residuos directamente al cauce. Evitar la caída de materiales al cauce, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental. Retirar inmediatamente, al finalizar las actividades constructivas, todos los materiales sobrantes de la obra y residuos sólidos generados.
Pilotes, Juntas de Dilatación y Parapetos.	Realizar la excavación y actividades asociadas durante la época de sequía, tiempo en el cual el flujo hidrológico es nulo, permitiendo un desarrollo de actividades de manera más segura. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la vegetación y fauna silvestre. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. Arrendar sanitarios portátiles a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 20 trabajadores, evitando disponer los residuos directamente al cauce. Evitar la caída de materiales al cauce, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental. Retirar inmediatamente, al finalizar las actividades constructivas, todos los materiales sobrantes de la obra y residuos sólidos generados.
Tránsito Vehicular	Mantener en óptimas condiciones el trazo carretero y el puente. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.
Parapetos, guarniciones y banquetas.	Contar y aplicar un programa integral de residuos, tanto domésticos como peligrosos y de manejo especial. Contar con sitios específicos para el depósito temporal de los residuos. Contar con los contratos para la disposición de todo tipo de residuos. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra.

FUENTE: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Con respecto a las medidas generales se presenta la descripción del impacto del que se desprenden:

Tabla IV. 36. Medidas de mitigación para las actividades la Preparación del Sitio

Etapa del Proyecto: Preparación del sitio				
Obra o actividad del Proyecto	**Componente y subcomponente ambiental en el que incide**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluye el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
Desmonte	Medio biológico: Vegetación	P1 (Prevención)	Delimitación y áreas de desmonte. Objetivo: Evitar la remoción de vegetación fuera de áreas autorizadas para el proyecto. Periodicidad: Antes del inicio de las actividades de desmonte y durante toda la etapa. Plazo de ejecución: Previo al inicio de los trabajos; mantenimiento continuo.	Indicador: Superficie (ha) de vegetación removida vs. superficie autorizada en el plano de trazo. Método de verificación: Inspección visual y medición en campo con GPS; cotejo contra planos autorizados. Meta: 0 ha de remoción fuera de la poligonal autorizada.
Desmonte	Medio biológico: Vegetación	M1 (Mitigación)	Rescate y reubicación de flora y germoplasma. Objetivo: Minimizar la pérdida de biodiversidad al rescatar especies vegetales de valor ecológico (locales, amenazadas o en riesgo) y recolectar semillas para su posterior uso en restauración. Periodicidad: Durante la actividad de desmonte, de manera previa y simultánea a la remoción de la vegetación. Plazo de ejecución: Durante la etapa de preparación del sitio.	Indicador: Número y lista de individuos rescatados y reubicados; peso (kg) de germoplasma recolectado. Método de verificación: Bitácora de rescate y reubicación, con registro fotográfico y georreferenciación de sitios de reubicación. Meta: Rescatar más del 90% de individuos de especies locales.
Despalme	Medio Físico: Suelo.	P2 (Prevención)	Delimitación precisa de la capa de suelo orgánico a retirar. Objetivo: Evitar la remoción excesiva de suelo fértil, limitando el despalme únicamente a las áreas de desplante de la obra. Periodicidad: Antes del inicio del despalme. Plazo de ejecución: Durante la etapa de preparación del sitio.	Indicador: Profundidad promedio (cm) de suelo orgánico retirado. Método de verificación: Medición en campo con regla o estaca; registro fotográfico. Meta: Profundidad de despalme ≤ 30 cm o la profundidad de suelo orgánico, sin exceder el volumen de desplante necesario para la obra.
Despalme	Medio Físico: Suelo.	M2 (Mitigación)	Acopio y almacenamiento temporal del suelo orgánico (capa de despalme). Objetivo: Conservar el suelo fértil para su posterior reutilización en restaurar taludes, áreas afectadas y zonas de compensación. Periodicidad: Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción. Plazo de ejecución: Inmediato al despalme; almacenamiento hasta su reutilización.	Indicador: Volumen (m^3) de suelo orgánico acopiado; superficie (m^2) de áreas rehabilitadas con el suelo acopiado. Método de verificación: Registro de volúmenes acopiados y bitácora de reutilización; inspección visual de los acopios. Meta: Acopiar el 100% del suelo orgánico removido y reutilizarlo en al menos el 80% de las áreas que lo requieran.

Movimiento de tierras (Excavaciones, Nivelación, Cortes)	Medio físico: Suelo, Geomorfología, hidrología superficial.	P3 (Prevención)	Diseño de cortes y terraplenes con taludes estables. Objetivo: Prevenir procesos de erosión y deslizamientos, minimizando la alteración geomorfológica. Periodicidad: Durante la etapa de diseño y construcción del puente. Plazo de ejecución: Previo a la construcción; verificación durante la ejecución.	Indicador: Ángulo de taludes (grados) vs. ángulo de reposo del material. Método de verificación: Medición en campo con inclinómetro o equipo topográfico; cotejo con el proyecto ejecutivo. Meta: Taludes con ángulo inferior al ángulo de reposo, según estudio geotécnico y trazo de la modernización.
Movimiento de tierras (Excavaciones, Nivelación, Cortes)	Medio físico: Suelo, Geomorfología, hidrología superficial.	M3 (Mitigación)	Control de erosión con barreras físicas (costales de arena) y obras de desvío de escurrimientos. Objetivo: Reducir la erosión hídrica y sedimentación de cuerpos de agua (Río San Antonio) durante los cortes en taludes. Periodicidad: Antes de la temporada de lluvias y durante los cortes Plazo de ejecución: Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción.	Indicador: Metros lineales (m) de barreras físicas instaladas; número de obras de desvío construidas. Método de verificación: Inspección visual; registro fotográfico y obras georreferenciadas. Meta: Instalar barreras en todos los frentes de obra activos y en zonas con pendiente > 15% sobre el cauce
Movimiento de tierras (Excavaciones, Nivelación, Cortes)	Medio biológico: Vegetación y Hábitat.	R1 (Restauración)	Revegetación de taludes y áreas temporalmente afectadas. Objetivo: Restablecer cobertura vegetal en áreas perturbadas por movimientos de tierra, utilizando el suelo orgánico acopiado y especies locales. Periodicidad: Al finalizar los movimientos de tierra en cada frente de obra. Plazo de ejecución: Durante toda la etapa de construcción.	Indicador: Superficie (ha) revegetada; porcentaje de supervivencia de plantas a los 6 y 12 meses. Método de verificación: Conteo de individuos en espacios de muestreo; registro fotográfico. Meta: Revegetar el 100% de áreas temporalmente afectadas y supervivencia ≥ 70% al año.
Instalación del campamento y patios de maniobra	Medio Biológico: Vegetación y hábitat	P4 (Prevención)	Selección de sitios para campamentos y patios de maniobra en áreas previamente disturbadas o de bajo valor ecológico. Objetivo: Evitar afectar áreas con vegetación natural o suelos de alta calidad. Periodicidad: Durante la etapa de planeación. Plazo de ejecución: Previo a la instalación.	Indicador: Ubicación de las instalaciones vs. áreas de exclusión (vegetación primaria, cuerpos de agua). Método de verificación: Observación en campo y con sistemas de información geográfica; cotejo con el plano de ubicación autorizado. Meta: 0% de instalaciones en áreas de exclusión.
Instalación del campamento y patios de maniobra	Medio físico: Suelo, Calidad del Aire, Calidad del Agua.	M4 (Mitigación)	Manejo integral de residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos) y aguas residuales. Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, agua y aire por la generación de residuos y aguas residuales durante la operación del campamento. Periodicidad: Durante toda la operación del campamento.	Indicador: Volumen (kg o m³) de residuos clasificados y dispuestos adecuadamente; no. De sanitarios portátiles utilizados; volumen (m³) de aguas residuales. Método de verificación: Bitácoras de generación y disposición de residuos; facturas de empresas autorizadas para la disposición final.

			Plazo de ejecución: Desde la instalación hasta desmantelar el campamento.	Meta: 100% de residuos con gestión integral en un plan de manejo y entregados a empresas autorizadas; gestión del 100% de aguas residuales para su disposición final.
Instalación del campamento y patios de maniobra	Medio socioeconómico: Paisaje.	R2 (Restauración)	Desmantelamiento y restauración del sitio. Objetivo: Restablecer las condiciones originales del terreno ocupado por patios de maniobra y el campamento. Periodicidad: Al finalizar la etapa de construcción. Plazo de ejecución: Al término de la construcción.	Indicador: Superficie (ha) restaurada; profundidad (cm) de suelo compactado que fue subsolado. Método de verificación: Inspección visual; medición de la profundidad de subsolado; registro fotográfico. Meta: Restaurar el 100% de la superficie ocupada, con condiciones de drenaje y fertilidad similares a las originales.
Apertura y operación de bancos de materiales	Medio físico: Geomorfología, Suelo.	P5 (Prevención)	Utilización de bancos de materiales autorizados y previamente existentes. Objetivo: Evitar la apertura de nuevos bancos que generen impactos adicionales. Periodicidad: Durante la etapa de planeación. Plazo de ejecución: Previo al inicio de la construcción.	Indicador: Número de bancos de materiales nuevos vs. autorizados. Método de verificación: Verificación en campo y con documentos de autorización. Meta: 0 bancos de materiales no autorizados.
Apertura y operación de bancos de materiales	Medio biológico: Vegetación, Hábitat.	M5 (Mitigación)	Operación controlada y restauración progresiva de bancos de materiales. Objetivo: Minimizar la afectación al paisaje, la erosión y pérdida de hábitat, y restaurar el banco una vez finalizada su explotación, bajo responsabilidad del propietario. Periodicidad: Durante la operación del banco y al finalizar la extracción. Plazo de ejecución: Durante toda la etapa de construcción; restauración al final de la explotación.	Indicador: Superficie (ha) del banco restaurada; volumen (m^3) de material extraído vs. volumen autorizado. Método de verificación: Registro de volúmenes extraídos; inspección visual de la restauración; registro fotográfico. Meta: Restaurar el 100% de la superficie del banco al final de su vida útil, con modelado de taludes y revegetación, bajo responsabilidad del propietario del banco.
Generación de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos	Medio físico: Suelo y corriente de agua.	P6 (Prevención)	Programa de gestión integral de residuos con la minimización y separación de residuos en la fuente. Objetivo: Reducir la cantidad de residuos generados y facilitar su manejo adecuado. Periodicidad: Durante toda la etapa de preparación del sitio y la construcción del puente. Plazo de ejecución: Desde el inicio de las actividades hasta su finalización.	Indicador: Cantidad (kg) de residuos generados por tipo; porcentaje de residuos separados. Método de verificación: Bitácora de generación de residuos; inspección visual de contenedores de separación. Meta: Reducir en 10% la generación de residuos respecto a lo estimado; separar el 100% de residuos en la fuente.
Generación de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos	Medio físico: Suelo y corriente de agua.	M6 (Mitigación)	Almacenamiento temporal, transporte y disposición final de residuos en sitios autorizados. Objetivo: Evitar contaminar suelos y el río San Antonio por disposición inadecuada de residuos. Periodicidad: Durante toda la etapa.	Indicador: Volumen (m^3) o peso (kg) de residuos dispuestos en sitios autorizados; número de maniobras de transporte con bitácora.

			Plazo de ejecución: Desde la generación hasta la disposición final.	Método de verificación: Bitácora de entregas a empresas autorizadas; facturas o comprobantes de disposición final; inspección de áreas de almacenamiento temporal. Meta: 100% de los residuos peligrosos y de manejo especial entregados a empresa autorizada; 100% de RSU dispuestos en rellenos sanitarios autorizados.
Generación de desechos líquidos y sólidos por la presencia humana	Medio Físico: Suelo y cauces de agua.	M7 (Mitigación)	Instalación de sanitarios portátiles y manejo de aguas grises. Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo y cauces de agua por disposición inadecuada de excretas y aguas residuales. Periodicidad: Durante toda la etapa. Plazo de ejecución: Toda la etapa de preparación del sitio y construcción.	Indicador: Número de sanitarios portátiles instalados; frecuencia de mantenimiento y vaciado. Método de verificación: Bitácora de limpieza, mantenimiento y vaciado; inspección visual. Meta: Instalar 1 sanitario portátil por cada 20 trabajadores; mantener un programa de vaciado y limpieza semanal.
Generación de ruidos por la operación de maquinaria y equipo pesado	Medio físico: calidad del aire.	M8 (Mitigación)	Programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo. Objetivo: Reducir las emisiones de ruido y gases contaminantes, asegurando que la maquinaria opere en condiciones óptimas. Periodicidad: Periódica (cada 100 horas de operación o según especificaciones del fabricante). Plazo de ejecución: Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción.	Indicador: Niveles de ruido (dB) en la periferia de la obra; número de mantenimientos realizados vs. programados. Método de verificación: Medición con App en dispositivo móvil y en puntos estratégicos; bitácora de mantenimiento de la maquinaria. Meta: Mantener niveles de ruido ≤ 68 dB en horario diurno y ≤ 65 dB en horario nocturno en el límite de la obra.

FUENTE: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

A continuación, se desarrollan las medidas ambientales para las actividades de la etapa de construcción, conforme a la metodología descrita y dando continuidad a la numeración de las medidas establecidas para la etapa de Preparación.

Tabla IV. 37 Medidas de mitigación para las actividades la Construcción

Etapa del Proyecto: Construcción				
Obra o actividad del Proyecto	**Componente y subcomponente ambiental en el que incide**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluye el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
Terraplenes y Pavimentación	Medio físico: Suelo, Hidrología Superficial y Geomorfología.	P7 (Prevención)	Diseño de terraplenes con pendientes suaves y obras de drenaje superficial. Objetivo: Prevenir erosión, inestabilidad de taludes y alteración del drenaje natural, minimizando la fragmentación de corredores biológicos.	Indicador: Ángulo de pendiente de los terraplenes (grados); número de obras de drenaje superficial instaladas por kilómetro.

			Periodicidad: Durante la etapa de diseño y construcción. Plazo de ejecución: Previo a la construcción; verificar durante la ejecución.	Método de verificación: Medición en campo con inclinómetro; cotejo con el proyecto ejecutivo y planos de drenaje. Meta: Pendientes ≤ 3:1 (33°) para terraplenes; instalar al menos 2 obras de drenaje por km en zonas con pendiente > 5%.
Terraplenes y Pavimentación	Medio físico: Suelo y Geomorfología.	M9 (Mitigación)	Compactación controlada y humectación de terraplenes. Objetivo: Reducir la generación de polvo y asegurar la estabilidad del terraplén, minimizando la erosión eólica e hídrica. Periodicidad: construcción de terraplenes. Plazo de ejecución: Todo el tiempo de construcción de terraplenes.	Indicador: Densidad de compactación (kg/m³) vs. densidad máxima Proctor; frecuencia de humectación (número de riegos por día). Método de verificación: Pruebas de compactación en campo; bitácora de humectación. Meta: Alcanzar ≥ 95% de la densidad máxima Proctor; aplicar riegos 3 veces al día en temporada seca.
Terraplenes y Pavimentación	Medio biológico: Corredores biológicos.	C1 (Compensación)	Establecimiento de pasos de fauna y señalización preventiva. Objetivo: Compensar la fragmentación del hábitat y reducir la mortalidad de fauna por atropellamiento, facilitando el tránsito seguro de especies a través de la carretera. Periodicidad: Durante la construcción y operación. Plazo de ejecución: Construir durante la obra; ejecutar en la operación y mantenimiento.	Indicador: Número de pasos de fauna construidos; número de atropellamientos por km/año. Método de verificación: Inspección visual de los pasos; monitoreo con cámaras trampa; registro de incidencias de fauna atropellada. Meta: Construir al menos 1 paso de fauna por cada 2 km en tramos con hábitat conservado; reducir en 70% los atropellamientos respecto al año base.
Obras de drenaje (alcantarillas, subdrenes)	Medio físico: Hidrología superficial (cuerpos de agua, cauces).	P8 (Prevención)	Diseño hidráulico que conserve el régimen de caudales y geomorfología de cauces. Objetivo: Evitar la alteración del flujo natural, sedimentación y erosión de los cauces. Periodicidad: Durante la etapa de diseño. Plazo de ejecución: Previo a la construcción.	Indicador: Capacidad hidráulica de obras (m³/s) vs. caudal de diseño para periodo de retorno de 50 años. Método de verificación: Cálculos hidráulicos; cotejo con el proyecto ejecutivo. Meta: Obras diseñadas para evacuar el caudal de diseño sin rebasar su capacidad.
Obras de drenaje (alcantarillas, subdrenes)	Medio físico: Hidrología superficial (cuerpos de agua, cauces).	M10 (Mitigación)	Instalar sistemas de control de sedimentos (barreras de geotextil, colchones de piedra) en obras de drenaje. Objetivo: Minimizar el aporte de sedimentos a cuerpos de agua (Río San Antonio) en la construcción. Periodicidad: construcción de obras de drenaje. Plazo de ejecución: Durante todo el tiempo de construcción de drenajes.	Indicador: Metros lineales (m) de barreras de geotextil instaladas; concentración de sólidos suspendidos (mg/L) aguas abajo de la obra. Método de verificación: Inspección visual de sólidos suspendidos. Meta: Instalar barreras en todos los frentes de obra cercanos a cauces; mantener la concentración de sólidos suspendidos (≤ 150 mg/L para uso en agricultura).
Obras de drenaje (alcantarillas, subdrenes)	Medio físico: Hidrología superficial (Río San Antonio).	R3 (Restauración)	Restaurar vegetación riparia en áreas afectadas por las obras de drenaje. Objetivo: Restablecer la cobertura vegetal en las márgenes de los cauces afectados y cuerpos de agua, con especies riparias locales. Periodicidad: Al finalizar las obras de drenaje. Plazo de ejecución: Durante la etapa de construcción.	Indicador: Superficie (ha) de vegetación riparia restaurada; porcentaje de supervivencia a los 6 y 12 meses. Método de verificación: Conteo de individuos en espacios de muestreo; registro fotográfico. Meta: Restaurar el 100% de las áreas de vegetación riparia afectadas, con un ≥ 75% de supervivencia.

Riegos de liga y sello, Pavimentación	Medio físico: Calidad del Aire. Medio socioeconómico: Salud.	P9 (Prevención)	Programar actividades de pavimentación y riegos en horarios de baja intensidad de viento y presencia de población. Objetivo: Minimizar la dispersión de material particulado y COVs y reducir exposición de la población. Periodicidad: Durante la ejecución de los riegos y pavimentación. Plazo de ejecución: En la etapa de construcción.	Indicador: Horario de aplicación de riegos vs. horas de mayor viento; número de quejas vecinales. Método de verificación: Registro de actividades; monitoreo de velocidad del viento; bitácora de quejas. Meta: Regar entre las 7:00 y 15:00 horas, evitando las horas de mayor viento.
Riegos de liga y sello, Pavimentación	Medio físico: Calidad del Aire. Medio socioeconómico: Salud.	M11 (Mitigación)	Humectación superficial y uso de asfalto de baja emisión (polímeros). Objetivo: Reducir las emisiones de material particulado y COV por riegos de liga y sello. Periodicidad: Durante la aplicación de los riegos. Plazo de ejecución: Durante toda la etapa de pavimentación.	Indicador: Volumen de agua (L/m²) utilizado para humectación. Método de verificación: Registro de humectación; monitoreo de calidad del aire. Meta: Humectar la superficie al menos 24 horas antes de los riegos para mantener bajas concentraciones.
Generación de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos	Medio físico: Suelo y probablemente corrientes superficiales.	P10 (Prevención)	Programa de manejo de residuos de construcción (similar a P6 pero enfocado a RME). Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo y agua por residuos generados durante la construcción. Periodicidad: Durante toda la etapa de construcción. Plazo de ejecución: Desde el inicio de construcción.	Indicador: Cantidad (kg o m³) de residuos de construcción generados y dispuestos; % de residuos reutilizados. Método de verificación: Bitácora de generación y disposición de residuos; facturas de reciclaje o reutilización. Meta: Reducir 15% de residuos con reciclaje de materiales (ej. asfalto reciclado, concreto triturado).
Generación de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos	Medio físico: Suelo y probablemente corrientes superficiales.	M12 (Mitigación)	Almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos (aceites, grasas, asfaltos) en sitios especiales. Objetivo: Evitar la contaminación de suelos y cuerpos de agua por la gestión inadecuada de residuos peligrosos. Periodicidad: Durante toda la etapa de construcción. Plazo de ejecución: Desde la generación hasta la disposición final.	Indicador: Volumen (L) de aceites y grasas recuperados y entregados a empresa; número de contenedores de residuos peligrosos con etiquetado. Método de verificación: Manifiesto de residuos peligrosos entregados a empresa autorizada; inspección del almacén temporal. Meta: gestión del 100% de residuos peligrosos por empresa autorizada; 100% de contenedores con etiquetado NOM-052-SEMARNAT-2005.
Generación de desechos líquidos y sólidos por la presencia humana	Medio Físico: Suelo e Hidrología Superficial.	M13 (Mitigación)	Tener sanitarios portátiles y manejo de aguas grises en frentes de obra. Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo por la disposición inadecuada de excretas y aguas residuales durante la construcción. Periodicidad: Durante toda la etapa de construcción. Plazo de ejecución: Desde instalación de campamento hasta su desmantelamiento.	Indicador: Número de sanitarios portátiles instalados por frente de obra; frecuencia de mantenimiento y limpieza. Método de verificación: Bitácora de mantenimiento y limpieza de sanitarios; inspección visual. Meta: Instalar al menos 1 sanitario portátil por cada 20 trabajadores en cada frente de obra; mantener un programa de vaciado y limpieza semanal.
Generación de ruidos por la operación de maquinaria y equipo pesado	Medio físico: calidad del aire.	M14 (Mitigación)	Programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo (continuación de M8).	Indicador: Niveles de ruido (dB) en la periferia de la obra; número de mantenimientos realizados vs. programados.

	Objetivo: Reducir las emisiones de ruido y gases contaminantes, asegurando que la maquinaria opere en condiciones óptimas durante la construcción. Periodicidad: Cada 100 horas de operación o según especificaciones del fabricante. Plazo de ejecución: Durante toda la etapa de construcción.	Método de verificación: Medición con App en dispositivo móvil en puntos estratégicos (zona de obra); bitácora de mantenimiento de la maquinaria. Meta: Mantener niveles de ruido ≤ 68 dB en horario diurno y ≤ 65 dB en horario nocturno; en comunidades, sin exceder los 55 dB en horario diurno.

FUENTE: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

A continuación, se desarrollan las medidas ambientales para cada una de las actividades de la etapa de operación y mantenimiento, conforme a la metodología descrita y dando continuidad a la numeración de las medidas establecidas para las etapas de preparación del sitio y construcción.

Tabla IV. 38 Medidas de mitigación para las actividades la Operación

Etapa del Proyecto: Operación				
Obra o actividad del Proyecto	**Componente y subcomponente ambiental en el que incide**	**Tipo de Medida (2)**	**Descripción de la medida, incluye el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia (3)**
Circulación vehicular	Medio físico: Calidad del Aire, Ruido.	P11 (Prevención)	Programa de control de emisiones para vehículos que transitan por la carretera. Objetivo: Prevenir el incremento de emisiones contaminantes y ruido, promoviendo el uso de vehículos con estándares ambientales adecuados. Periodicidad: Continua durante la operación. Plazo de ejecución: A partir del inicio de la operación.	Indicador: Numero de vehículos ostensiblemente contaminantes. Método de verificación: Registros de Vehículos reportados. Meta: Alcanzar que al menos el 70% del parque vehicular que transita no contamine ostensiblemente.
Circulación vehicular	Medio biológico: Fauna (atropellamiento).	M15 (Mitigación)	Instalación de reductores de velocidad y señalización de límite de velocidad máxima (60 km/h en tramos críticos). Objetivo: Reducir el riesgo de atropellamiento de fauna, disminuir el ruido y las emisiones por frenado y aceleración brusca. Periodicidad: Durante la operación. Plazo de ejecución: Instalación al inicio de la operación; mantenimiento continuo.	Indicador: Número de reductores de velocidad instalados; velocidad promedio de circulación (km/h) en tramos críticos; Registro de fauna atropellada. Método de verificación: Inspección visual; registro de incidencias de fauna atropellada. Meta: Instalar reductores en tramos con vegetación original; mantener velocidad promedio ≤ 60 km/h; reducir atropellamientos en 70% respecto al año base.
Circulación vehicular	Medio biológico: Fauna (atropellamiento).	C2 (Compensación)	Vigilancia de pasos de fauna (continuación de C1) y señalización de advertencia de cruce de animales. Objetivo: Compensar la fragmentación del hábitat y reducir la mortalidad de fauna por atropellamiento durante la operación de la carretera. Periodicidad: Durante la operación; monitoreo anual.	Indicador: Número de pasos de fauna construidos (continuación de C1); número de registros de fauna atropellada por km/año; efectividad del uso de pasos.

	Plazo de ejecución: Desde la construcción hasta la etapa de operación; mantenimiento y monitoreo permanente.	Método de verificación: Inspección visual de los pasos; registro de incidencias de fauna atropellada. Meta: Mantener al menos 1 paso de fauna por cada 2 km; reducir los atropellamientos en un 70% respecto al año base; lograr que al menos el 30% de los pasos muestra una clara evidencia del uso activo por la fauna.

FUENTE: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Tabla IV. 39 Medidas de mitigación para las actividades la Mantenimiento

Etapa del Proyecto: Mantenimiento				
Obra o actividad del Proyecto	**Componente y subcomponente ambiental en el que incide**	**Tipo de Medida**	**Descripción de la medida, incluye el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia**
Mantenimiento y Bacheo	Medio físico: Calidad del Agua y Suelo.	P12 (Prevención)	Programa de mantenimiento preventivo y predictivo para reducir la frecuencia de bacheo y generación de residuos. Objetivo: Prevenir el deterioro prematuro de la carpeta asfáltica y minimizar la generación de residuos de asfalto y escombros. Periodicidad: Periódica (cada 6 meses). Plazo de ejecución: Durante toda la vida útil del proyecto.	Indicador: Frecuencia de bacheo (número de intervenciones por km/año); volumen (m^3) de residuos de asfalto generados por intervención. Método de verificación: Bitácora de mantenimiento; registro de volúmenes de residuos generados. Meta: Reducir 20% la frecuencia de bacheo respecto al año base con mantenimiento preventivo.
Mantenimiento y Bacheo	Medio físico: Calidad del Agua, Suelo.	M16 (Mitigación)	Manejo de residuos de asfalto y escombros (RME) generados del bacheo: reutilización en planta de reciclaje o disposición en sitios autorizados. Objetivo: Evitar la contaminación de suelos y el Río San Antonio por gestión inadecuada de residuos de Manejo Especial. Periodicidad: Durante cada intervención de bacheo. Plazo de ejecución: Desde el inicio del mantenimiento.	Indicador: Volumen (m^3) de residuos de asfalto reciclados o dispuestos en sitios autorizados; número de sitios de disposición autorizados utilizados. Método de verificación: Bitácora de entregas a reciclaje o empresas autorizadas; facturas de disposición final. Meta: Reciclar más del 50% de los residuos de asfalto generados; 100% de los residuos dispuestos en sitios autorizados.
Mantenimiento y Bacheo	Medio físico: Calidad del Agua, Suelo.	C3 (Compensación)	Compensación vegetal por áreas afectadas por la construcción del puente (aplica si existe remoción de especies. Objetivo: Compensar la pérdida de cobertura vegetal y hábitat por la ampliación de la superficie impermeable. Periodicidad: Durante la operación.	Indicador: Superficie reforestada/restaurada en ha, como compensación; % de supervivencia de plantas a los 12 y 24 meses. Método de verificación: Registro de actividades de reforestación; conteo de plantas sembradas; registro fotográfico.

			Plazo de ejecución: Anual, mediante la ejecución de programas de reforestación y restauración en áreas seleccionadas.	Meta: Compensar una superficie equivalente a la afectada (relación 1:1) con una supervivencia ≥ 70% al año.
Obras de conservación y rehabilitación	Medio biológico: Vegetación. Medio físico: Suelo.	P13 (Prevención)	Delimitar áreas con vegetación sensible y de alto valor ecológico para evitar su afectación durante obras de conservación. Objetivo: Evitar la afectación de vegetación de alto valor ecológico durante las obras menores de conservación. Periodicidad: Antes de cada intervención de conservación. Plazo de ejecución: Durante toda la vida útil del proyecto.	Indicador: Superficie (ha) de vegetación de alto valor afectada por obras de conservación vs. superficie identificada; número de quejas o incidentes. Método de verificación: Inspección visual; cotejo con planos de vegetación; registro fotográfico. Meta: 0 ha de vegetación de alto valor afectada por obras de conservación.
Obras de conservación y rehabilitación	Medio biológico: Vegetación. Medio físico: Suelo.	M17 (Mitigación)	Conservación: hidrosiembra y revegetar con especies locales. Objetivo: Minimizar la erosión y restablecer la cobertura vegetal y áreas perturbadas por actividades de conservación. Periodicidad: Durante la ejecución de actividades de conservación de taludes. Plazo de ejecución: Durante toda la vida útil del proyecto.	Indicador: Revegetados; porcentaje de cobertura vegetal en taludes a 6 y 12 meses. Método de verificación: Medición de cobertura vegetal con cuadrantes; registro fotográfico. Meta: Estabilizar y revegetar el 100% de los taludes intervenidos, con cobertura vegetal ≥ 60% al año.
Obras de conservación y rehabilitación	Medio biológico: Vegetación. Medio físico: Suelo.	R4 (Restauración)	Monitoreo y mantenimiento de áreas revegetadas, con replantación de especies locales en caso de baja supervivencia. Objetivo: Asegurar la restauración efectiva de las áreas perturbadas por obras de mantenimiento. Periodicidad: Anual durante los primeros 3 años. Plazo de ejecución: A partir de ejecutar el mantenimiento.	Indicador: Porcentaje de supervivencia de plantas en áreas restauradas; número de replantaciones realizadas. Método de verificación: Conteo de individuos en espacios de muestreo; registro fotográfico. Meta: Mantener una supervivencia ≥ 70% al año; replantar al 60% de supervivencia.
Actividades de conservación de la vegetación	Medio biológico: Vegetación y fauna.	M18 (Mitigación)	Programa de monitoreo de fauna y flora en acotamiento de la carretera, con registro de especies y evaluar efectividad de medidas de mitigación. Objetivo: Mitigar impactos a la biodiversidad mediante programa de monitoreo para evaluar la efectividad de las medidas aplicadas y ajustarlas si es necesario. Periodicidad: Semestral durante los primeros 2 años, posteriormente anual. Plazo de ejecución: A partir del inicio de la operación.	Indicador: Número de especies registradas (flora y fauna) en áreas de monitoreo; número de eventos de atropellamiento. Método de verificación: Muestreos de flora y fauna; monitoreo y registro de incidencias. Meta: Mantener la diversidad y abundancia de especies similares al estudio de línea base; reducir en 70% la tasa de atropellamientos en relación al año base.
Actividades de conservación de la vegetación	Medio biológico: Vegetación y fauna.	M19 (Mitigación)	Mantenimiento de áreas verdes, jardines polinizadores y barreras vegetales en acotamiento de la carretera. Objetivo: Mitigar la fragmentación del hábitat y proporcionar refugio y conectividad a fauna local.	Indicador: Metros lineales (m) de barreras vegetales establecidas y mantenidas; número de jardines polinizadores; registrar vistas de fauna.

			Periodicidad: Continua (mantenimiento periódico cada 6 meses). Plazo de ejecución: A partir del inicio de la operación.	Método de verificación: Inspección visual; registro fotográfico; registrar vistas de fauna. Meta: Mantener más del 80% de las barreras vegetales y jardines polinizadores en buen estado; registrar presencia de más de 5 especies polinizadoras y fauna asociada.
Actividades de conservación de la vegetación	Medio biológico: Vegetación y fauna.	C4 (Compensación)	Establecimiento de áreas de compensación ecológica mediante la restauración de terrenos con vocación forestal o de conservación. Objetivo: Compensar la pérdida de hábitat y vegetación generada por la operación de la carretera. Periodicidad: Única, con mantenimiento continuo. Plazo de ejecución: Establecimiento durante el primer año de operación; mantenimiento a perpetuidad.	Indicador: **Ha** de superficie de compensación establecidas; porcentaje de supervivencia de plantas en áreas restauradas; número de especies de fauna y flora registradas. Método de verificación: Registro de terrenos bajo compensación; conteo de individuos en espacios de muestreo; registro fotográfico; monitoreo de fauna. Meta: Establecer una superficie de compensación equivalente a 1.5 veces el área afectada (relación 1.5:1); alcanzar una supervivencia ≥ 70% a los 2 años; recuperar al menos el 80% de las especies de flora y fauna en el área de referencia.

FUENTE: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Tabla IV. 40. Medidas de mitigación y su relación con los impactos evaluados.

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Interferencia con los patrones de drenaje (despalme, movimiento de maquinaría, nivelación excavación).	Realizar la excavación y actividades asociadas a la construcción, durante la época de sequía.	Preventiva (P1)	Preparación del sitio	Construcción
	Respetar las zonas delimitadas para las actividades constructivas, sin afectar áreas adyacentes, ni los elementos vegetales existentes ni los organismos de la fauna silvestre.	Preventiva (P2)	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Colocar una barrera alrededor de la zona de obras, que evite el movimiento de materiales y la potencial caída a los cauces de los cuerpos de agua presentes.	Preventiva (P3)	Preparación del sitio	Construcción
	Mejora de infraestructura, que proteja el recorrido natural del cauce. El proyecto garantizará que la estructura proyectada permita la continuidad natural del flujo hidrológico.	Preventiva y correctiva. (P4 y C1)	Construcción.	Operación y mantenimiento
Contaminación de escorrentías.	Establecer la gestión integral de los residuos sólidos, de construcción y peligrosos, que incluye medidas en todas las etapas, desde la separación en la fuente, el almacenamiento y presentación, la recolección y el transporte y la disposición final.	Preventiva (P5)	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Reutilizar los materiales edáficos y geológicos obtenidos del despalme o la excavación.	Correctiva (C2)	Preparación del sitio	Construcción
	Se llevarán acciones preventivas para evitar la caída de materiales o cualquier otro tipo de desecho sobre la zona de los cauces de los cuerpos de agua presentes. Estableciendo un distanciamiento o una barrera física de protección entre el área de trabajo y el cauce de agua, a fin de evitar cualquier afectación o contaminación.	Preventiva (P6)	Preparación del sitio	Construcción
	Recuperación de forma manual de todos los materiales caídos accidentalmente al interior del cauce.	Correctiva (C3)	Preparación del sitio	Construcción
	En caso de que ocurriesen eventuales derrames o vertimientos no previstos de sustancias líquidas, como pudiese ser un aceite de vehículo o maquinaria, que puedan causar contaminación al suelo o agua, el inspector ambiental cercará a la zona, cubrirá con arena y de determinará la necesidad de llevar a cabo la biorremediación la cual estará a cargo de una empresa especializada.	Correctiva (C4)	Preparación del sitio	Construcción
Contaminación del suelo.	Aplicar el Programa de manejo integral de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, lo cual incluye contenedores en el sitio de obra y su conducción al relleno sanitario municipal.	Preventiva (P7)	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Los residuos de obra: materiales gravosos, arena, cemento, concreto, varilla, tubos, plásticos, bolsas de papel, entre otros, deben ser dispuestos temporalmente en un sitio, clasificarlos, reutilizarlos, y aquellos que ya no tengan ninguna posibilidad de reúso, colocarlos en el sitio de disposición final municipal.	Correctiva (C5)	Preparación del sitio	Construcción
	En caso de requerirse almacenamiento temporal de combustible, este deberá estar con el señalamiento adecuado a fin de evitar manejos imprudenciales. Se deberá vigilar periódicamente que el sistema de combustible no tenga fugas.	Preventiva (P8)	Preparación del sitio	Construcción
	Las reparaciones mecánicas que se le realicen a la maquinaría, deberán de efectuarse en el sitio destinados a taller, esto para evitar contaminación de suelo por filtración.	Preventiva (P9)	Preparación del sitio	Construcción
	Debe haber un control del posible fecalismo al aire libre, prohibiendo esta acción por parte de los trabajadores y permitiendo utilizar los sanitarios existentes.	Preventiva (P10)	Preparación del sitio	Construcción
	Garantizar el manejo integral de los residuos generados por los equipos utilizados (residuos de aditivos y lubricantes).	Preventiva (P11)	Preparación del sitio	Construcción
	Evitar la disposición sobre el suelo de los residuos sólidos, producto de los desechos de los trabajadores y en general de construcción, colectándolos en tambos dispuestos para basura.	Preventiva (P12)	Preparación del sitio	Construcción

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
	En caso de que ocurriesen eventuales derrames o vertimientos no previstos de sustancias líquidas, como pudiese ser un aceite de vehículo o maquinaria, que puedan causar contaminación al suelo o agua, el inspector ambiental cercará a la zona, cubrirá con arena y de determinará la necesidad de llevar a cabo la biorremediación del suelo la cual deberá ser hecha por una empresa especializada.	Correctiva (C6)	Preparación del sitio	Abandono del sitio.
	Al término de las obras de construcción y abandono del sitio los materiales de desecho serán dispuestos adecuadamente en los sitios de disposición que asigne la autoridad municipal.	Correctiva (C7)	Preparación del sitio	Abandono del sitio
	Programa de obras para conservación y restauración de suelos.	Compensación.(CO1)	Preparación del sitio.	Mínimo 5 años de seguimiento
Afectación al suelo y geología.	Reutilizar los materiales obtenidos, tales como horizontes superficiales del suelo y material geológico, los cuales pueden ser utilizados para relleno y nivelación de partes bajas, para revestir caminos o arropar taludes, donde la erosión pueda ser un problema potencial.	Correctiva (C8)	Preparación del sitio	Construcción
Afectación a la calidad del aire por el uso de maquinaria y vehículos de carga y transporte de personal.	Otorgar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos utilizados y verificación vehicular federal a los vehículos de carga y de transporte de personal.	Preventiva (P13)	Preparación del sitio	Construcción
	Respetar la velocidad máxima dentro del área del proyecto (10 km/hora) para evitar ruidos innecesarios que ahuyenten a la fauna o polvos fugitivos que se depositen en la vegetación adyacente a los caminos o las zonas de trabajo.	Preventiva (P14)	Preparación	Construcción
	Establecer una reglamentación y prohibiciones de contaminación al aire, a los operadores de vehículos de carga y personal ayudante, que ingresarán ocasionalmente y permanecerán un menor tiempo.	Preventiva (P15)	Preparación del sitio	Construcción
	Hacer cumplir con el programa de residuos municipales, evitando la quema indiscriminada de residuos o de leña para la calefacción o cocción o calentamiento de alimentos, lo cual debe ser ordenado y acorde a las facilidades existentes.	Preventiva (P16)	Preparación del sitio	Construcción
Afectación a la vegetación existente en el área de influencia directa del proyecto.	Desmontar la vegetación estrictamente necesaria de forma manual y dirigida, sin utilizar maquinaría o sustancias químicas.	Preventiva (P17)	Preparación del sitio	Construcción.
	Respetar las zonas delimitadas para las actividades constructivas, sin afectar áreas adyacentes, ni los elementos vegetales existentes ni los organismos de la fauna silvestre.	Preventiva (P18)	Preparación del sitio	Construcción
	Permitir el retorno de especies vegetales, en áreas cercanas y en periferia del proyecto.	Correctiva (C9)	Preparación del sitio	Construcción
	Recolección y conservación de la capa edáfica orgánica, para que no quede sepultada con las capas del suelo menos fértiles del camino, que funciona como banco de germoplasma para ser utilizado en la revegetación de otras áreas o sitios degradados. Esta acción facilitará el retoño y la emergencia de nuevas plantas que, mediante semillas, bulbos, rizomas, etc., inicien una restauración natural de la vegetación.	Preventiva (P19)	Preparación del sitio	Construcción
	Realizar la disposición de residuos en sitios sin vegetación.	Preventiva (P20)	Preparación del sitio	Construcción
	Reutilización de la capa orgánica sobre el derecho de vía	Mitigación (M1)	Preparación del sitio	Abandono del sitio.
	La vegetación eliminada, se debe triturar, mezclar con los horizontes edáficos superficiales y utilizar la mezcla en zonas a rehabilitar. Con los residuos orgánicos que se generen se podrán utilizar durante la siembra de vegetación.	Mitigación (M2)	Preparación del sitio	Abandono del sitio.
	PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA. (Se estima que la posibilidad de rescatar y reubicar especies será muy restringida, debido a que el proyecto no afectará la vegetación aledaña).	Mitigación (M3)	Previo a la preparación del sitio	Construcción

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
	PROGRAMA DE RESTAURACIÓN FORESTAL, DE SUELOS Y COMPONENTES HÍDRICOS. (Reforestación con vegetación nativa en los márgenes del Río y en el derecho de vía).	Compensación (CO2)	Abandono del sitio	Mínimo 3 años de seguimiento
Afectación a la fauna.	Producir el ahuyentamiento de la fauna, así como la reubicación de nidos o madrigueras presentes en la zona del proyecto.	Mitigación (M4)	Previo a la preparación del sitio	Mínimo 1 año de seguimiento.
	Capacitar al personal que estará trabajando en el proyecto, indicando la prohibición de molestar a la fauna y de las comunidades vegetales existentes.	Preventiva (P21)	Preparación del sitio	Construcción
	Se incluye el Programa de acciones de protección y conservación de fauna silvestre, con acciones de ahuyentamiento, amedrentamiento y en su caso el rescate y reubicación de organismos.	Preventiva (P22)	Preparación del sitio	Mínimo 1 año de seguimiento

Simbología: P: Prevención; M: Mitigación; C: Correctiva; CO: Compensación; R: Restauración.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

IV.6 AGRUPACIÓN DE IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COPMPENSACIÓN PROPUESTAS.

Las medidas de mitigación para el Proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, se presentan agrupadas, en función del impacto ambiental que habrá de ser atendido y controlado, como se observa en la siguiente Tabla.

Tabla IV. 41 Agrupación de las medidas de mitigación, por tipo de impacto ambiental para el proyecto.

Impacto por controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			Inicio	Termino
Contaminación o afectaciones de corrientes hidrológicas.	Programa de manejo integral de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Uso de sanitarios portátiles con disposición adecuada de los residuos generados.	Preventiva	Preparación del sitio	Final de la Construcción
	Incorporación de mejoras al drenaje de las corrientes hidrológicas	Mitigación	Preparación de terraplenes	Previo al inicio de operación.
	Recuperación de materiales caídos incidentalmente al interior del cauce.	Correctiva	Preparación de terraplenes	Final de la construcción
	Reforestación con vegetación en márgenes de los arroyos en sitios con posibilidades de erosión	Compensación	Previo a la operación del proyecto.	Operación y mantenimiento.
Migración y descenso de las poblaciones de la fauna silvestre	Permitir y facilitar el movimiento de la fauna silvestre existente en toda la trayectoria del proyecto, sobre todo las aves, así como especies de lento desplazamiento (anfibios, reptiles, mamíferos medianos y pequeños).	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Promover la elaboración de planes comunitarios de desarrollo y manejo de recursos naturales, sobre el manejo de fauna silvestre.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Evaluar las poblaciones de fauna silvestre y pesca actualmente aprovechadas, o de uso potencial, y sus problemas de manejo.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer medidas de regulación de la cacería que incluyan periodos de veda, protección de hábitats críticos, así como mecanismos de vigilancia y evaluación del aprovechamiento.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	La empresa constructora debe otorgar capacitación ambiental y establecer prohibiciones estrictas y sanciones a los trabajadores, conductores y operadores de maquinaria pesada, para evitar acciones que ocasionen afectaciones a la vegetación y la prohibición de caza, captura y compra-venta y la muerte de cualquier organismo de la fauna.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Evitar las afectaciones a la vegetación y fauna por inconsciencia ambiental de los trabajadores y población local.	Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Colocación de señalamientos preventivos en el Área Protegida para salvaguardar los recursos naturales de la zona.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento

Impacto por controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			Inicio	Termino
	Evaluar el potencial forestal (maderable y no maderable) comercial de los bosques de la Reserva y la factibilidad de implementar proyectos productivos forestales que impulsen el desarrollo de las comunidades agrarias y de la región y sean compatibles con la conservación de los bosques.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Otorgar capacitación y educación ambiental a los pobladores de las localidades, para prevenir afectaciones a la fauna y la vegetación, así como la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	La empresa constructora debe comprobar la capacitación ambiental otorgada a todo el personal integrado en el proyecto.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Despalme y eliminación de los horizontes del suelo	Durante el despalme del suelo en los arroyos temporales, movilizar el material edáfico en sentido contrario a la pendiente, es decir aguas arriba de todas las corrientes hidrológicas, evitando su caída a su interior.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo natural removido para después ser mezclado con residuos vegetales, funcionando como un excelente banco de germoplasma y ser utilizado en la rehabilitación ambiental, áreas verdes, revegetación y o en la rehabilitación de zonas de interés ecológico.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Previo a la temporada de lluvias, dar mantenimiento preventivo al acceso de la zona de trabajo, para evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación por la corriente hidrológica.	Preventiva	Construcción	Operación y Mantenimiento
Afectaciones a las condiciones hidrológicas	Evitar la caída de materiales al cauce del cuerpo de agua presente, mediante un distanciamiento o una barrera de protección entre el área de trabajo y la zona del cauce.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Evitar la caída de materiales al cauce, en caso de una caída incidental, retirarlos inmediatamente para restablecer la dinámica hidrológica.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	Establecimiento de medidas específicas para el control de la contaminación y restauración del río involucrados.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y Mantenimiento
	Elaborar el diagnóstico del uso de los recursos hidráulicos y problemas ambientales en los sistemas fluviales de la Reserva y su región de influencia.	Mitigación	Construcción	Operación y Mantenimiento
	Realizar la excavación y actividades asociadas a la construcción, durante la época de sequía.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Generación de residuos domésticos, sobrantes de obra y escombros	Retirar todos los materiales sobrantes de la obra, escombros y residuos, para favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación en la zona de obra.	Correctiva	Construcción	Construcción
	La empresa constructora debe contar con un programa de manejo de residuos domésticos, con bitácora, almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final; debe indicar la existencia de acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Generación de residuos peligrosos derivados por las acciones de mantenimiento preventivo	Las instalaciones fijas de la empresa constructora, debe contar con su registro de generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT y manifiestos de generación de residuos peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Desarrollar un programa de manejo de residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y contrato con la empresa	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción

Impacto por controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			Inicio	Termino
correctivo de maquinaria equipo y vehículos	especializada autorizada que dará disposición final de los residuos peligrosos.			
Generación de polvos y ruido en los distintos frentes de trabajo	Durante la temporada de sequía se habrán de generar gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo, con agua tratada.	Mitigación	Preparación del sitio	Construcción
	La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en la zona urbana.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectaciones a la calidad del aire por la operación de los vehículos	La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con la verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectaciones a la calidad del aire y posible contaminación a suelo y agua	La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada y el manejo de residuos peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Realizar un diagnóstico integral de la contaminación acuática e impacto del uso del suelo en la cuenca media de los ríos involucrados en el proyecto.	Mitigación	Preparación del sitio	Construcción
	Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo o cuerpos de agua.	Correctiva	Final de la construcción	Previo a la operación
Prevención de los accidentes de trabajo	Capacitar a los trabajadores y dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen estrictas prohibiciones para evitar algún tipo de accidente.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Evitar la contaminación fecal por los trabajadores	Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición de los residuos directamente a cualquier corriente hidrológica, responsabilizando a la empresa arrendadora de cualquier incidente de este tipo.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Seguridad al tránsito de la población y conductores durante la construcción de la obra.	Asegurar el tráfico libre y seguro de los visitantes y conductores hacia todos los frentes o zonas de trabajo incluyendo vigilancia durante los días de trabajo y señalamientos diurnos y nocturnos, suficientes en días de descanso.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Posibles accidentes vehiculares, tráfico de maquinaria y equipo pesado.	La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Evitar accidentes por exceso de velocidad	Establecer controles y límites máximos de velocidad en el trazo del puente, sobre todo en la zona urbana, para atender los nodos conflictivos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Integrar suficientes fantasmas, vallas de contención, señalamientos informativos y preventivos en toda la trayectoria del Proyecto.	Preventiva	Construcción	Operación y mantenimiento
Evitar movimientos e inestabilidad de los taludes	Integrar muros de contención, repellado o presas de gaviones en los lomeríos donde pueda deslizarse el material o caída de rocas, debido a la existencia de material de baja consolidación.	Preventiva	Construcción	Construcción

Impacto por controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			Inicio	Termino
	Delimitar la superficie a afectar.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Proteger los taludes preferentemente con vegetación natural, principalmente con repellado y presas de gaviones.	Mitigación	Construcción	Operación y Mantenimiento
Afectaciones ambientales en el banco de materiales	Contar con el permiso vigente de explotación del banco de materiales, otorgado por la autoridad estatal correspondiente.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Dar mantenimiento preventivo periódico a los caminos de acceso al banco de materiales, a fin de evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, y socavación ocasionada por la correntía superficial.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipos y vehículos utilizados, que deben cumplir con la verificación federal y la normatividad vigente.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Integrar suficientes señalamientos y otorgar su mantenimiento periódico a lo largo de la trayectoria de los vehículos de carga.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	El propietario del banco de materiales debe realizar las siguientes acciones de protección ambiental: control de polvos, rehabilitación y un programa de revegetación de áreas del banco de materiales que ya no serán explotadas.	Mitigación y Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer controles y límites máximos de velocidad dentro de la zona de carga y trasiego de los vehículos de carga, con sanciones a su incumplimiento	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Eliminación de la cobertura.	Eliminar la vegetación de forma manual y dirigida, sin utilizar maquinaría o sustancias químicas.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Evitar la quema de restos vegetales y estrato herbáceo y arbustivo.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Depositar suelo y material vegetal en la superficie adyacente de las zonas de obra o con signos de deterioro, incluso en el relleno sanitario municipal.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Retirar la vegetación de manera selectiva, iniciar con vegetación de uso comercial e interés para los pobladores o dueños de los predios, posteriormente retirar la vegetación restante.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Realizar el troceo de árboles en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico e incorporar esta mezcla en áreas verdes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental e incluso en el relleno sanitario municipal.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer acciones para la recuperación de material vegetativo y germoplasma proveniente de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, considerando las especies aprovechadas por la fauna silvestre y de interés especial.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	La empresa constructora debe propiciar la reproducción y establecimiento de nuevos individuos vegetales en sitios para la protección y mejoramiento de hábitat, taludes de cortes, cauce del Arroyo, áreas con signos de deterioro, incluso bajo recuperación ecológica del banco de extracción de materiales o en el relleno sanitario municipal.	Compensación	Preparación del sitio y construcción	Operación y Mantenimiento
	Integrar las acciones de reforestación como parte de programas de restauración ecológica/rehabilitación en	Compensación	Construcción	Operación y Mantenimiento

Impacto por controlar	Medida	Tipo de medida	Vigilancia	
			Inicio	Termino
	áreas degradadas y programas de producción forestal en la Reserva, considerando desde la producción de semilla certificada de especies y variedades locales, hasta los tratamientos silvícolas para su desarrollo.			
	Realizar una campaña de revegetación de las áreas degradadas, utilizando de especies vegetales con fines de restauración o rehabilitación preferentemente con especies y variedades autóctonas, invitando a participar a la población local, a todo lo largo del camino donde se llevará a cabo la construcción del puente y asegurando su sobrevivencia mediante su respectivo mantenimiento.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y Mantenimiento
	La rehabilitación y restauración de áreas degradadas podrá realizarse sobre la base de estudios técnicos que aseguren la aplicación de métodos apropiados y el establecimiento de un sistema de monitoreo continuo.	Compensación	Construcción	Operación y Mantenimiento
	Evaluación del estado de conservación de especies de plantas raras, endémicas, amenazadas o que requieren protección especial, y establecer recomendaciones y medidas para su conservación y manejo.	Compensación	Construcción	Operación y Mantenimiento
	Como parte integral de las acciones de restauración/rehabilitación, establecer medidas de control de la erosión, especialmente en áreas afectadas por caminos y brechas en construcción, en operación o abandonados.	Compensación	Construcción	Operación y Mantenimiento
	Para ser sustentable, el aprovechamiento de los bosques deberá ser económicamente viable. Deberá buscarse un balance entre la conservación de los recursos y la generación de beneficios económicos, la adopción de prácticas de manejo que sean rentables y eficientes, y el mejoramiento de las condiciones productivas de los bosques.	Compensación	Construcción	Operación y Mantenimiento
	Promover la elaboración de planes comunitarios de desarrollo y manejo de recursos naturales.	Compensación	Construcción	Operación y Mantenimiento

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

IV.7 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O DEL SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Las medidas de mitigación anteriores cuentan con una estrategia, que está caracterizada con objetivos, alcances, procedimientos, recursos, indicadores, periodicidad, registro del cumplimiento y costos estimados, las cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla IV. 42 Características de las medidas de mitigación.

Objetivo	Alcances	Procedimiento	Recursos necesarios	Indicadores	Periodicidad
Compensar las afectaciones sobre la fauna	90%	Permitir y facilitar el escape de la fauna silvestre existente en toda la trayectoria del proyecto y en la cercanía de cuerpos de agua. Establecer acciones de protección a toda la fauna, mediante la elaboración de un catálogo de fauna y la capacitación ambiental a todos los trabajadores que incidan en esta zona, con sanciones estrictas a su incumplimiento. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos. La empresa constructora debe establecer prohibiciones estrictas y sanciones a todos los trabajadores, para evitar la caza, captura y compra-venta y muerte de cualquier organismo de la fauna. Colocar señalamientos preventivos e información alusiva de la fauna silvestre, para su protección y su conocimiento.	Elaborar el catálogo de fauna silvestre o folletos informativos. Elaborar el Reglamento de trabajo del personal, en materia de protección ambiental.	Número de organismos afectados. Número de nidos y madrigueras reubicadas. Número de catálogos o folletos publicados. Número de señalamientos colocados.	**Semanalmente y un concentrado Mensual, durante todo el tiempo que dure el proyecto.**
Mitigar el efecto del despalme y eliminación de los horizontes del suelo	80%	Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo removido para después ser mezclado con residuos vegetales y ser reutilizado en actividades de rehabilitación ambiental, áreas verdes o en zonas de revegetación. Es necesario destacar que el material edáfico contiene semillas en estado de latencia y microorganismos, que lo convierten en un importante banco de germoplasma, para después disponerla en sitios degradados o de interés para la conservación.	Transportación del suelo al sitio de almacén del suelo. Camiones de carga (los mismos que realizan el acarreo de material) Personal para mezclar la vegetación y suelo	Volumen de suelo recuperado y reutilizado	**Solo durante las acciones de despalme**

Objetivo	Alcances	Procedimiento	Recursos necesarios	Indicadores	Periodicidad
Proteger la calidad del agua de los cuerpos de agua presente (río la víbora y río faisán)	80%	Realizar la excavación y actividades asociadas a la construcción en zonas cercanas al cuerpo de agua, durante la época de sequía, permitiendo un desarrollo de actividades de manera más expedita.	Planeación de los trabajos.	Número de actividades programadas en cada cauce.	**Previo al inicio de las actividades constructivas.**
		Evitar la caída de materiales al cauce del cuerpo de agua, estableciendo un distanciamiento o una barrera física, de protección entre el área de trabajo y el cauce. En caso de caída incidental, retirarlos inmediatamente para restablecer la dinámica hidrológica.	Maquinaria y camiones de carga, así como personal auxiliar.	Volumen estimado de material caído a los cauces. Extracción del material caído.	**Reporte de los incidentes de caída de material.**
Reducir el riesgo de contaminación del agua y suelo por la generación de residuos	100%	Desarrollar un programa de manejo de residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada autorizada que dará disposición final de los residuos peligrosos.	Contenedores, sitios de almacenamiento temporal y personal para las actividades del programa.	Volumen de residuos manejados durante toda la obra.	**Concentrado Mensual, a partir de reportes semanales.**
		La empresa constructora debe contar con un programa de manejo de residuos domésticos, con bitácora, donde se especifique el lugar de almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final; debe indicar la existencia de acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad.			
		Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes, escombros, residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra.	Personal para carga de residuos y transporte.	Volumen de residuos retirados de sitios de obra.	**Semanal**
Evitar la contaminación fecal	100%	Contratar el uso de sanitarios portátiles, a empresas autorizadas.	Contrato para sanitarios portátiles	Número de sanitarios	**Todo el tiempo que dure la obra.**
Reducir el nivel de afectación de la calidad del aire.	80%	La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, equipos y maquinaria.	Taller de mantenimiento. Personal para el mantenimiento. Refacciones e insumos necesarios. Tramitar la verificación federal vehicular.	Programa de mantenimiento Verificación vehicular	**Semestral**
		La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben ser con una cubierta de lona en la caja y sobre los materiales transportados.			
		La empresa constructora debe tener un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga, contar con la verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.			

Objetivo	Alcances	Procedimiento	Recursos necesarios	Indicadores	Periodicidad
		Respetar los límites de velocidad, principalmente en la Zona Rural.	Reglamento interno aplicable a vehículos	Incidentes de tráfico	**Semanal**
		Regar la zona de trabajo.	Pipa de agua.	Volumen de agua utilizada	**Semanal**
Concientizar a los trabajadores de la importancia de la protección ambiental	100%	La empresa constructora debe ofrecer capacitación ambiental a supervisores, operadores de maquinaria y equipo pesado, conductores de vehículos, previo al inicio de actividades.	Materiales para los cursos Instructor	Cursos ofrecidos Número de personal capacitado Asistentes	**Todo el tiempo que dure la obra**
		Otorgar capacitación y educación ambiental a los pobladores			
Ofrecer condiciones de seguridad a la población	100%	Asegurar el tráfico libre y seguro de los pobladores y conductores a lo largo del trayecto del proyecto, durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto, con la inclusión y permanencia de personal de vigilancia del control de tráfico, movimiento vehicular y maquinaria e incorporar señalamientos visuales y luminosos suficientes.	Personal de vigilancia y control de tráfico. Señalamientos de protección	Personal contratado Número de incidentes Señalamientos incorporados	**Todo el tiempo que dure la obra**
Ofrecer condiciones de seguridad y salud en el trabajo al personal	90%	La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico.	Señalamientos Equipo de protección personal Reglamento de uso Capacitación	Señalamientos integrados. Equipos de protección personal Número de cursos	**Todo el tiempo que dure la obra.**
		Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, e incluir letreros señalando las prohibiciones para evitar algún tipo de accidente.			
Evitar la inestabilidad de los materiales geológicos	90%	Estabilizar los cortes, taludes y terraplenes, con muros de concreto en zonas de fuerte pendiente o con materiales inestables.	Personal. Materiales de construcción Semillas de pasto.	Número de obras de protección realizadas Cantidad de semillas de pasto utilizadas	**Mensual**
		Proteger los taludes preferentemente con vegetación natural, principalmente especies endémicas colonizadoras, así como las gramíneas.			
Atender las afectaciones ambientales que ocurren en el banco de materiales	60%	El propietario del banco debe contar con el permiso vigente de explotación.	Documentación, informes, permisos, bitácoras, autorización que debe poseer el propietario del banco de materiales	Grado de cumplimiento de todos los rubros por parte del propietario del banco de materiales	**Durante todo el tiempo que se extraiga material del banco.**
		El propietario del banco debe dar mantenimiento preventivo periódico a los caminos de acceso.			
		El propietario del banco debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipos y vehículos utilizados y cumplir con la verificación federal y normatividad vigente.			

Objetivo	Alcances	Procedimiento	Recursos necesarios	Indicadores	Periodicidad
		El propietario del banco debe integrar suficientes señalamientos y otorgar su mantenimiento periódico a lo largo de la trayectoria de los vehículos de carga.			
		El propietario del banco debe realizar el control de polvos, rehabilitación de áreas explotadas y desarrollar un programa de revegetación.			
Compensar la eliminación de la vegetación.	100%	Recuperar el material vegetativo y germoplasma de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, considerando las especies autóctonas, aprovechadas por la fauna silvestre e interés especial.	Suelo despalmado. Material vegetativo Germoplasma vegetal y la coordinación con la población local.	Seguimiento del número de individuos plantados y tasa de sobrevivencia.	**Cada seis meses realizar un inventario de los individuos plantados, todo el tiempo que dure el proyecto.**
		La constructora debe contar con un programa de reproducción y establecimiento vegetal en sitios para recuperación, protección y mejoramiento de hábitat, áreas verdes, cauce, banco de extracción o relleno sanitario municipal.			
		Realizar una campaña de revegetación con especies locales y con la participación de la población local, asegurando su sobrevivencia y mantenimiento.			

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

IV.8 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO.

El Programa de Vigilancia Ambiental constituye un documento de carácter conceptual y normativo, que sirve como marco de referencia para la gestión del territorio, la conservación de sus valores naturales y culturales, el aprovechamiento de sus recursos naturales, y la prevención y control de los factores de deterioro ambiental.

Así los ecosistemas son un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos por ejemplo clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología, etc.) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna terrestre y acuática) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente existente en un espacio y tiempo determinados. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos). Garantizar la integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre los componentes del Ecosistema. El proyecto se desarrolla en un ecosistema terrestre, esté fue delimitado y caracterizado antes del inicio del proyecto con el fin de monitorear los efectos potenciales generados por las actividades de construcción y operación sobre los componentes abióticos y bióticos de cada ecosistema, así como para evaluar los efectos de la aplicación de las medidas de mitigación y/o compensación. Una vez realizada la integración de las medidas de mitigación y compensación del Proyecto, éstas se incluyeron en Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental de acuerdo con la identificación y evaluación de impactos ambientales y las medidas de mitigación y/o compensación.

Algunos de las Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental darán cumplimiento directo a determinadas problemáticas, tal es el caso de las acciones de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, Programa de restauración forestal de suelos y cuerpos hídricos. En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Programa de Vigilancia Ambiental.

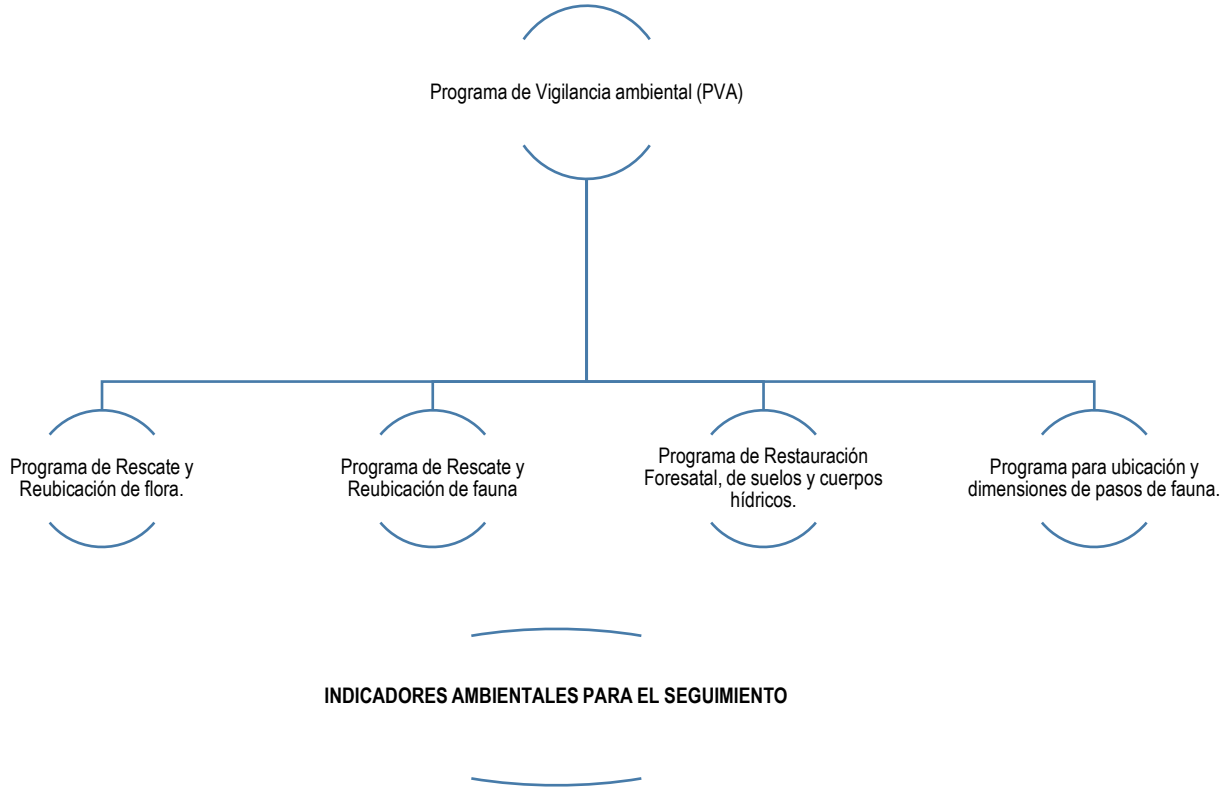
El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte mensual: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- Memoria fotográfica: El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- Reporte final: Este se deberá elaborar en manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, del seguimiento, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el rescate y reubicación de flora.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de fauna.
- Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica)

Figura IV. 4 Elementos del Programa de Vigilancia Ambiental.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

.

A continuación, se describe cada uno de los Programas de Seguimiento de Calidad Ambiental.

IV.8.1 Programa de Rescate y Reubicación de Flora

El rescate y reubicación de flora silvestre es una operación que surge inicialmente con el apoyo de la dirección general de vida silvestre donde se considera el rescate como toda aquella colecta cuya finalidad es la de evitar que una planta, un grupo de ellas o una población muera o desaparezca por causas diversas. El material rescatado puede ser utilizado como material parental pero no puede ser enajenado (no es necesario para recoger epífitas encontradas en el suelo, pero recomienda solicitar fotografías de los árboles caídos o de las plantas tiradas). Con lo anterior se pretende destinar las plantas rescatadas a repoblar zonas adyacentes a los sitios perturbados por diversos motivos, en este caso, la remoción de la cobertura vegetal debido a las operaciones de construcción de tramos carreteros. El rescate es un proceso laborioso, lento, dada la naturaleza del desarrollo de los organismos. En este proceso intervienen muchos factores por lo que deben de ser considerados para la elección de los tipos y variedades de las especies a rescatar.
Debido al tipo de vegetación que presenta el proyecto, es importante cuantificar y valorar su contenido, es por esto, que resulta relevante llevar a cabo su conservación. Dentro del proyecto existe una especie presente en la categoría NOM-059-SEMARNAT-2010. Se recomienda realizar rescate de aquellas especies que tiene alto valor biológico-ecológico y comercial; por otra parte, en México los propios lugareños colectan las especies para sus casas como plantas ornamentales, medicinales y maderables.

Objetivos.
Se identificarán las especies de flora silvestre presentes en el área de afectación, con el propósito de realizar acciones de rescate de aquellas que se consideren viables para su reubicación y mitigar la alteración de los ecosistemas presentes en el área del proyecto. A continuación, se puntualizan los objetivos a realizar:

- Definir un procedimiento de manejo útil para la protección de flora
- Rescatar la mayor cantidad posible de elementos vegetales de las especies que se encuentran establecidos en el área a intervenir, teniendo énfasis en aquellas especies que se encuentren bajo estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. y/o de alto valor biológico-ecológico y biológico-económico o con potencial debido a su interés económico o uso.
- Describir las técnicas a utilizar para el rescate y reubicación de las especies de flora.
- Asegurar la sobrevivencia de los individuos reubicados mediante acciones de monitoreo continuo de las especies reubicadas.

Metodología empleada para determinar la composición florística de las áreas afectadas donde será llevado a cabo el rescate de flora silvestre.
Se delimitarán unidades ecológicas en cuanto a tipos de roca, suelo y vegetación, mediante el método de sobreposición de mapas en Sistemas de Información Geográfica (Vela-Boyas, 1984), para lo cual se utilizará el material siguiente:

- Carta geológica: Escala 1:50,000 (INEGI)
- Carta edafológica: Escala 1:50,000 (INEGI)
- Mapa de vegetación: Escala 1:20,000 (INEGI, Inventario Nacional Forestal, Imagen satelital)

Con cada uno de estos materiales, se digitalizará la zona de influencia del proyecto, toda la cartografía se presentará en unidades UTM de tal forma que se ajustará a un mismo sitio y escala y finalmente se sobrepondrán para obtener una imagen final. De esta manera es como se delimitan áreas homogéneas en cuanto a factores ambientales (Vela-Boyas, 1984), lo que se conoce como unidades ecológicas. Además de lo anterior, se combinará con un método de Muestreo de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, toda vez que se obtenga el mapa de unidades ecológicas, se verifica cada una de ellas para realizar su caracterización ecológica en campo, ubicando el lugar indicado con la ayuda de un sistema de geoposicionamiento Global "GPS". Los muestreos serán dirigidos para tener una mejor certeza de las composiciones florísticas y especies

forestales. El sitio se inspecciona buscando las condiciones representativas generales de dicha unidad. El tamaño del sitio de muestreo a utilizar es de 1,000m^2 para el estrato arbóreo, 100 m^2 para el estrato arbustivo y de 10 m^2 para la vegetación herbácea. Todo lo anterior con la finalidad de poder identificar la composición florística y el número de organismo presentes que serán susceptibles de rescate (Madrigal et al. 1970). En forma conjunta a la toma de datos en campo, se realiza la recolecta de material botánico, el cual será identificado y podrá ser cotejado en el herbario.
Se establecerán brigadas de campo con GPS, equipo fotográfico digital, formatos de muestreo, cartografía del proyecto, binoculares que realizarán recorridos de campo por la trayectoria afectada. Todos los sitios donde se determine la extracción de algún ejemplar o germoplasma serán georreferenciados, así como el lugar donde sea trasplantado. La información se registrará e ingresará en bases de datos de SIG. Los recorridos omitirán los terrenos de cultivo.

Criterios y características que deben reunir las especies que serán sujetas de rescate.
Con la finalidad de mantener la estructura y la biodiversidad similar con la que cuenta la región o ecosistema, la búsqueda de especies se canaliza hacia aquellas que se encuentran consideradas dentro de alguna categoría de protección en las normas o leyes nacionales e internacionales y aquellas que cuentan con alguna importancia diversa.

Localización de especies susceptibles de rescate y reubicación detectadas y las áreas de ocupación y afectación temporal.
A lo largo del trazo a modernizar se encuentra sitios diferentes condiciones respecto a su calidad ambiental, de tal forma que solo son considerados aquellos que presentan una condición más natural, y se discriminan las áreas agrícolas, las especies susceptibles de ser rescatadas se localizan en varias secciones del trazo a construir.

Técnica general para la extracción y rescate de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y plantas de interés biológico – ecológico y biológico-económico.

- **a)** Extracción con la técnica de chapeo directo.
- **b)** Traslado.
- **c)** Trasplante.
- **a)** Ubicación de los sitios de Trasplantes.

Se señalará de manera visible (utilizando cintas flaging de colores) los sitios en donde se extraigan y reubiquen los individuos, esto es, para facilitar su localización, y se referirán mediante su ubicación cartográfica del SIG y toma de registro fotográfico.

Medidas de Corrección en caso de una Sobrevivencia Menor al 80% de los Individuos Rescatados.
Se tiene la experiencia que algunos de los individuos rescatados sucumban por cualquier agente externo (biótico o abiótico), se plantea reponer los individuos muertos por individuos obtenidos producto de la geminación y cultivo de las semillas colectadas en vivero. La revegetación del derecho de vía se dará prioridad a los sitios adyacentes a la línea del trazo, los sitios escogidos para la reubicación de las especies propuestas serán en las áreas abiertas a los lados de la modernización del puente y se georreferenciarán para dar un seguimiento.

Indicadores de Desempeño y éxito de las Acciones.
Para el programa de rescate de flora, se deberá contar con los indicadores de desempeño, es importante mencionar y hacer hincapié que uno de ellos es completar al menos el 80 % de los ejemplares rescatados y posteriormente reubicarlos en las áreas designadas para trasplante. El indicador del porcentaje total de los individuos es una cifra calculada de acuerdo con el tamaño que tiene o tendrá la zona para trasplantar. Otro de los indicadores será los datos de seguimiento de los organismos trasplantados, donde se registre la sobrevivencia y condiciones de las especies en la región.

Análisis e integración de precios unitarios de cada concepto de obra generado para las acciones de rescate y reubicación de especies de flora silvestre.
Para el análisis de los precios unitarios se utilizará el software NEODATA, además de generar el diagrama de Gantt especificando los tiempos de desarrollo de cada actividad.

Finalmente se plantea como un último indicador de éxito realizar la colecta de germoplasma de todas las especies reportadas para la zona, en aras de certificar la autenticidad y la pureza varietal de todos los organismos existentes, de tal manera que se tenga mayor certeza respecto de la conservación de la biodiversidad vegetal original.

Seguimiento (periodicidad).
A continuación, se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento a las acciones.

Tabla IV. 43 Seguimiento de las acciones de Rescate de Flora.

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cuantitativo y Cualitativo	1 año

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Se elaborarán los reportes de acuerdo con la tabla anterior y se entregarán reportes semestrales.

IV.8.2 Programa de Rescate y Reubicación de Fauna

Objetivos.
General:

- Elaborar un programa de acciones de protección y conservación de fauna silvestre.

Específicos:

- Planificar las acciones y estrategias que aseguren la protección y conservación de las especies de fauna silvestre dentro de la zona del proyecto.
- Rescatar la mayor cantidad posible de individuos de las especies que habitan en el área a intervenir.
- Trasladar (o relocalizar) los individuos capturados a ambientes similares pero que no serán sometidos a modificaciones en el mediano o largo plazo

Alcances.
Desarrollar un documento técnico para aplicar las medidas de mitigación necesarias para la protección y conservación de la fauna silvestre. Con la finalidad de evitar o disminuir los efectos adversos a la construcción del proyecto cualquiera sea su fase de ejecución. Debido a que los ecosistemas se ven fragmentados debido a estos efectos, lo que ocasiona el aislamiento de poblaciones debido al efecto de borde. Este se presenta en las inmediaciones o borde de la vía, donde se crean condiciones con mayor temperatura, menor humedad, mayor radiación, y mayor susceptibilidad al viento. Otro efecto conocido como efecto-barrera, se produce cuando se impide la movilidad de especies limitando su dispersión y colonización.

Ubicación de las áreas destinadas para la reubicación.
Este programa se aplicará para los todos los organismos identificados en la prospección de campo. En especial aquellos con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que para esta situación no se encontró ningún de ellos.
Para el rescate se usarán mallas tipo entomológicas, lazos, trampas Sherman, guantes de látex, bolsas geológicas porosas para el traslado, recipientes plásticos, marcadores de tinta indeleble y GPS.
Una vez que los organismos son capturados el tiempo en cautiverio debe ser el mínimo, y considerar que cada especie reacciona diferente a la captura. La liberación de la fauna consiste en dos métodos, el primero se

conoce como rápida liberación (*hard release*) donde el cautiverio solo es por un tiempo corto, reduciendo así el estrés y el tiempo de contacto con el hombre (Morrison, 2002). Si se requiere de estudios más específicos como marcaje, anillamiento o estudios genéticos donde se quiera obtener sangre, medidas morfométricas, se utiliza el método de lenta liberación la cual implica que la especie capturada permanezca en cautiverio un determinado tiempo.
Es necesario que el experto determine el sitio y momento de liberación de los animales capturados. Se recomienda dejar libre a las presas antes que a sus depredadores para que tengan suficiente tiempo de realizar un reconocimiento del hábitat y asegurar su sobrevivencia (Morrison, 2002). Los sitios de reubicación que se sugieren aquí se determinaron en base a los tipos de vegetación presentes en la zona de estudio, de acuerdo con las observaciones en campo y con los gráficos de los mapas del programa Google Earth.

Criterios para determinar y seleccionar las especies sujetas de rescate y reubicación.
Los criterios de elección de especies susceptibles de rescate y reubicación y su relación con el proyecto son los siguientes:

1. Primero se contemplan las especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana referente a la protección ambiental de especies nativas de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio: NOM-059-SEMARNAT-2010.

No obstante, este programa se deberá de aplicar para los todos los organismos identificados en la prospección de campo. Para el rescate de aves se usarán redes de niebla y mamíferos medianos y pequeños mallas tipo entomológicas, lazos, trampas Sherman, guantes de látex, bolsas de manta, geológicas porosas para el traslado, recipientes plásticos, marcadores de tinta indeleble y GPS.

2. Número de individuos y especies que se estima serán sujetas de captura, rescate y reubicación.

De acuerdo con el estudio de campo se registró la presencia algunas especies de fauna silvestre en la región del SA. La clase más abundante fue la de las aves; después se ubicaron los reptiles, y por último las especies de mamíferos. Asimismo, los especialistas y el responsable de ejecutar el presente programa deberán determinar y corroborar la presencia y abundancia de las especies de fauna silvestre y la necesidad de su rescate y reubicación.

TÉCNICAS PROPUESTAS PARA AHUYENTAR FAUNA SILVESTRE EN LA RUTA DEL TRAZO.
Medidas de amedrentamiento.
Las especies de fauna que se localicen en el área del trazo y que por sus características de movilidad lo permitan, serán ahuyentadas hacia áreas de igual o mejor conservadas fuera de la zona de afectación del proyecto. Esto se realizará mediante las técnicas de persecución y producción de ruido. Se establecerán acciones de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de la obra. Para ello se hará uso de sirenas que propicien el desplazamiento básicamente de mamíferos y aves.

Métodos para evaluar la migración de individuos ahuyentados de la zona de proyecto.
Para evaluar la efectividad de migración de los organismos ahuyentados de la zona del proyecto, se procederá a aplicar los mismos métodos empleados para la evaluación de la distribución y abundancia de fauna silvestre, en sitios aledaños a las zonas de construcción. La información generada durante la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental deberá ser corroborada y en su caso complementada durante las actividades de prospección del programa de acciones del presente protocolo. Es probable que la riqueza y abundancia de las especies sea menor en el área de construcción del puente antes del inicio y durante la construcción de la obra.
Los métodos que se utilizan son procedimientos para controlar la conducta de las aves, con la finalidad de mejorar los ambientes en donde se ubican. El ahuyentamiento es una forma de alejar a las aves a lugar en determinado momento, controlando en muchos casos con sistemas electrónicos que permiten alejar las aves de manera ordenada.

Los métodos de ahuyentamiento eficientes provocan las siguientes reacciones en las aves:

- Estado de Alerta
- Interrupción de la alimentación (debido al estado de alerta)
- Huida de la zona protegida por el método
- Mantenimiento de una distancia prudente de la zona protegida

El uso de sonidos para ahuyentamiento: es una manera de engañar a los sentidos de las aves, y provocar incomodidad o la huída de una determinada zona es la reproducción de sonidos que anuncien un peligro. Los sonidos más utilizados son:

- Sonidos de depredadores (halcones, aguilillas, cernícalos)
- Llamados de alerta de aves
- Llamados de estrés

Los sonidos de depredadores son grabaciones de cantos de aves presa, las cuales habitan espacios rurales y urbanos. Otros sonidos importantes los llamados de alerta de las mismas especies, que son emitidos por aquellas que detectan un peligro y quieren avisar a sus compañeros, y los llamados de estrés, que son emitidos por aquellas que detectan un peligro y quieren avisar a sus compañeros, y los llamados de estrés, que son emitidos cuando un ave se encuentra realmente en peligro.
Estos sonidos, grabados en medios magnéticos o digitales, se reproducen por medio de parlantes para simular alguna de las situaciones planteadas.
La efectividad del uso de sonidos depende directamente de la fidelidad de la reproducción. Las aves tienen un cierto grado de inteligencia del cual se puede esperar que distingan sonidos falsos de verdaderos y se adapten con rapidez a situaciones que realmente no ofrecen peligro.
La reproducción de sonidos de llamados de alerta y angustia grabadas a poblaciones de aves silvestres, específicamente Passerinas y Psitácidas. Estos equipos de reproducción son cintas magnet de dos tipos: alta fidelidad (HF) y baja fidelidad (LF).

TÉCNICAS PROPUESTAS PARA CAPTURA, MANEJO Y TRASLADO DE ESPECIES SUJETAS DE RESCATE, CON Y SIN ESTATUS DE PROTECCIÓN EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

Anfibios y reptiles: Dado el carácter territorial de la herpetofauna involucrada, los sitios de relocalización final no serán intervenidos físicamente por el Proyecto. El área se seleccionará por su semejanza con los hábitats originales de extracción. Las áreas de relocalización se georreferenciarán y marcará con estacas, de manera que sean fácilmente detectables al realizar futuros monitoreos.
Anfibios: El método más efectivo para la captura viva de Anfibios adultos es la captura manual nocturna mediante el uso de redes y con la mano. El modo de operar con esta técnica consiste en hacer recorridos por las zonas ribereñas del área de influencia directa en las cuales estás presentes estos ejemplares. De este modo, se revisarán todos los hábitats ocupados por estas especies: cuerpos de agua, ribera, vegetación, bajo piedras, etc. Los ejemplares adultos capturados serán mantenidos en recipientes de plástico semi-herméticos con una pequeña cantidad de agua, para mantener la humedad y un poco de alimento.
Reptiles: Los métodos más efectivos para la captura viva de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa con ligas (lagartijas). Con el propósito de optimizar el esfuerzo de captura en terreno, se tendrán en cuenta los aspectos de la ecología de las distintas especies. Debido a que los reptiles son seres vivos que requieren de una fuente de energía externa para poder desarrollar sus actividades diarias, el mayor esfuerzo de captura se realizará durante el período del día en que ellos resulten con mediana actividad en orden a facilitar la captura (mañana y media tarde). Por esta razón, la captura de individuos se realizará principalmente durante días asoleados.

Especies por rescatar:

Mamíferos pequeños y/o de hábitos cursoriales: En la captura de los mamíferos se utilizan trampas de captura viva, las cuales tienen la ventaja de asegurar la captura de los animales en perfectas condiciones. Para este caso encontramos las Sherman, que son trampas de aluminio cerradas utilizadas en la captura de

pequeños mamíferos y juveniles de mamíferos de tallas más grandes. La trampa Sherman es la más utilizada debido a que son plegables y de fácil transporte. Para la captura de medianos mamíferos existen dos tipos de trampa: Havahart y Tomahawk (Nacional), ambas son trampas de rejillas y presentan un mecanismo disparador de tipo basculante (accionador de una o dos puertas). Tomahawk es la más utilizada debido a que son plegables.

SITIOS PROPUESTOS PARA LA LIBERACIÓN Y REUBICACIÓN DE ESPECIES CAPTURADAS.

Después del ahuyentamiento y en su caso captura de organismos. Se procederá al traslado de los individuos capturados a un nuevo sector alejado del área de afectación y que cumpla con los requisitos de presentar condiciones similares a las de su hábitat original. Los sitios propuestos que evidentemente deberán ser analizados por el especialista en campo para determinar al 100% su factibilidad.

MEDIDAS PARA GARANTIZAR LA SOBREVIVENCIA DE EJEMPLARES CAPTURADOS PARA SU REUBICACIÓN.

Cuando se captura un animal entra en un proceso complejo incluso después de que termina en el regreso de este a un ambiente igual o similar al de sus orígenes. En este proceso se requiere el trabajo de un grupo interdisciplinario de profesionales especializados en los procesos de rehabilitación de fauna silvestre.

Cuando se toma la decisión de reubicar un animal, es porque se espera podrá adaptarse a las condiciones ambientales que se le están ofreciendo. Además, es necesario asegurarse que el animal no tenga enfermedades que puedan transmitirse a las poblaciones que habitan el lugar, para lo cual se les debe realizar evaluaciones médicas que de ser necesario involucren análisis de laboratorio. Por otro lado, se debe reubicar al individuo al área de distribución de su especie, de otro modo resultaría en perdida de capacidades de adaptación al medio.

Estos sitios de reubicación deben ser previamente seleccionados de acuerdo con sus características ecológicas y sociales. Allí se construyen jaulas de aclimatación donde se llevan los animales y pasan el tiempo suficiente para acoplarse visual y fisiológicamente a las nuevas condiciones de vida.

Pasado el periodo de aclimatación de acuerdo con el especialista, se procede a invitarlos a ampliar su área de acción, abriéndoles las puertas, ofreciéndoles alimento y condiciones ambientales atractivas y seguras en el espacio inmediato a la jaula, lo que permite inducir a los animales a recuperar sus capacidades motoras y a adaptarse a las nuevas condiciones ofrecidas.

Adicionalmente a las acciones realizadas por los especialistas es necesario realizar acciones de concientización social que contribuyan a incrementar la probabilidad de sobrevivencia de los ejemplares reubicados. Estas campañas pueden ser mediante la realización de talleres informativos y participativos dirigido a trabajadores de la obra y a habitantes y propietarios de los terrenos donde se van a liberar a los animales. Otra medida útil es la colocación de señales informativas y restrictivas que adviertan y prohíban la cacería y captura de fauna silvestre.

1. Criterios técnicos aplicados para seleccionar las áreas destinadas para liberación y reubicación de especies de fauna.
2. Uno de los criterios prioritarios para una reubicación exitosa es la cuidadosa selección del área. Esta debe ser escogida siguiendo condiciones básicas.
3. Que el área sea ecológicamente apropiada y se presente en suficiente extensión para albergar una población viable de la especie a reubicar, preferentemente en sitios cercanos de donde se capturo el organismo.
4. Que exista cobertura vegetal nativa de la región en buen estado de conservación del ecosistema.
5. Que se corrobore la presencia de la especie de forma natural.

Se debe solicitar con 3 meses de anticipación los permisos correspondientes para capturar, trasladar y reubicar fauna silvestre, así como las cartas de aceptación de los sitios donde se pretenda liberar (ejido, propiedad privada, etc.). Así mismo se debe notificar a la PROFEPA y las dependencias estatales ambientales.

El programa de rescate y reubicación de fauna silvestre pretende maximizar las posibilidades de supervivencia de los individuos liberados en el largo plazo. Una vez que se cuenta con el área apropiada, la segunda fase que influye fuertemente en el éxito de una reubicación es la calidad de los individuos a liberar. Por ejemplo, los

ejemplares deben encontrarse en buen estado de salud, tanto desde el punto de vista interno como externo. El comportamiento, más allá de lo puramente físico, es un factor determinante para poder lograr satisfactoriamente la sobrevivencia de los individuos reubicados, el cual debe ser evaluado por el especialista.

INDICADORES DE DESEMPEÑO Y ÉXITO DE LAS ACCIONES.

Justificación y definición de indicadores de seguimiento, parámetros de evaluación de estos y umbrales de alarma determinados para evaluar el éxito y la eficacia de las acciones de rescate.

El seguimiento de las acciones de protección de la fauna se basará en la evaluación de la modificación en la composición y estructura de los grupos de fauna terrestre en la zona de afectación y en la evaluación del estado de las poblaciones de fauna terrestre, antes y después del proyecto como resultado de la conformación y enriquecimiento florístico del derecho de vía.

Impactos manejados: Perdida de hábitats, muerte y migración de animales.

Medidas de manejo del impacto: Para el manejo de este impacto se considerarán los programas de manejo de los componentes vegetación y fauna, el programa de restauración y reforestación y el programa de protección y conservación del suelo.

Medidas de seguimiento y monitoreo: El monitoreo y seguimiento que se realizará de forma paralela al de cobertura vegetal, se orientará a establecer:

Densidades de individuos de especies de fauna terrestre indicadoras de calidad de hábitat en la zona de obras antes de la construcción y posterior a esta.

Número y tipo de microhábitat disponible por unidad de área y por tipo de ecosistema (unidad de cobertura vegetal natural) en la franja de protección, antes y después de la construcción.

Se llevarán registros de los individuos capturados y trasladados, así como de los avistamientos durante las actividades de ahuyentamiento y rescate.

Sitios de monitoreo: El monitoreo de fauna terrestre se realizará en la franja del proyecto y en sitios representativos donde se llevó a cabo la reubicación.

Variables y tipos de análisis: Las mediciones de densidades de especies indicadoras se harán mediante la aplicación del siguiente indicador:

Densidad de individuos de la especie n / por tipo de ecosistema (cobertura vegetal).

El número y tipo de microhábitat disponible por unidad de área se medirá en los ecosistemas (tipos de cobertura vegetal natural) localizados en los sitios de intervención, se compararán con los que se irán midiendo en las áreas destinadas para acoger la fauna desplazada en la franja de protección, con el fin de establecer los subsidios en relación con los microhábitats que permitan como parte del manejo de los impactos sobre la fauna, dimensionar detalladamente los requerimientos y ajustar el manejo de los resultados.

Monitoreo de fauna terrestre (ahuyentamiento, captura y traslado de fauna).

Las mediciones de la efectividad de esta medida, a través del monitoreo, corresponden los resultados de la comparación de densidades de las especies de fauna, antes de la intervención con los de las zonas en proceso de enriquecimiento de la cobertura vegetal y sitios de reubicación.

Se tomarán también como indicadores, los reportes presentados en los monitoreos realizados antes de la intervención, de las especies con algún status especial. Las metodologías deben corresponder a las utilizadas para evaluaciones ecológicas rápidas, dentro de las que se encuentran las siguientes:

- Evaluación de anfibios y reptiles. Colectas y observaciones diurnas y nocturnas. En el caso de los anuros las muestras más exitosas se obtienen después de las lluvias.
- En época reproductiva los cantos de los anuros son una forma para identificar y localizar los individuos machos de determinada especie. Se deben realizar observaciones alrededor de los cuerpos de agua, sobre arbustos, árboles y epifitas.
- Los anfibios también pueden utilizarse como indicadores de calidad del hábitat, de manera que a este grupo también se puede estimar su tamaño poblacional mediante el método de Captura–Marca–Recaptura.
- *Evaluación de aves*. Se realizarán censos matutinos, pues se considera que a estas horas se encuentra un 20 a 30% del total de especies. Estos censos deben permitir diferenciar registros de las especies residentes de las migratorias. En áreas descubiertas se usará el muestreo por transeptos,

eligiendo una línea recta que atraviese diversas zonas del ambiente. Es necesario anotar las características de vegetación, terreno y condiciones climáticas.

- El observador caminará hasta un punto y se detendrá por 3 minutos, anotando las aves observadas y escuchadas. Los puntos de muestreo se espaciarán cada 100 m a lo largo del transepto. Se registrará todo inicio de nidificación en la zona, si el conteo de individuos es difícil se asignarán categorías de abundancia.
- Con el fin de estimar el tamaño poblacional y estimar los cambios que se presenten a través del tiempo, bien sea para evaluar los efectos de las actividades de construcción del proyecto y las medidas de manejo implementadas o su evolución en las zonas de compensación previstas, se aplicará la técnica de captura–marca-recaptura para las especies sedentarias.
- Evaluación de mamíferos. En la medida que la observación directa es difícil, las señales e indicios de los animales son un buen criterio: madrigueras, cuevas, huellas, excretas, pelo y animales muertos. El uso de huellas es un buen elemento para estimación de abundancia de mamíferos en evaluaciones ecológicas rápidas.
- Pequeños mamíferos (murciélagos, roedores, marsupiales) deberán ser capturados para su identificación (usando redes de niebla, trampas Sherman).

El seguimiento de la efectividad de los rescates y traslados de fauna durante el programa se realizará efectuando la medición de los individuos por especie, capturados y liberados vivos.
El monitoreo y seguimiento se orientará a medir la eficacia de los rescates; para ello, el indicador será el número de individuos por especie avistados en condiciones naturales vs el número de individuos rescatados y trasladados vivos a en las zonas de reubicación franja de protección.
Un segundo indicador, corresponde al anteriormente mencionado: número de individuos rescatados vs el número de individuos liberados vivos
El monitoreo de la efectividad de las medidas de ahuyentamiento, captura y traslado de fauna, se realizará antes de la preparación del sitio durante la construcción y una vez terminadas las obras o cualquier actividad, es decir al inicio de la operación del proyecto.

Seguimiento (periodicidad).
A continuación, se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento al Programa.

Tabla IV. 44 Seguimiento de las acciones de Protección de Fauna.

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cualitativo	1 año

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

IV.8.3 Programa de Restauración Forestal de Suelos, y Cuerpos Hídricos

Objetivos.
Mediante acciones de reforestación con especies nativas en áreas asociadas con la Región Ecológica, para lograr una reforestación en relación con la vegetación forestal a desmontar.

- Seleccionar sitios para reforestación adyacentes a la orilla del arroyo.
- Selección de especies utilizadas para la restauración, susceptibles de ser utilizadas para la reforestación, respetando el entorno paisajístico del sitio.
- Aprovechamiento de especies autóctonas para ser utilizadas en la reforestación de las áreas destinadas para este fin mediante la replantación de ejemplares de especies rescatadas.
- Aplicar las técnicas de reforestación adecuadas a la región.
- Llevar a cabo el monitoreo de sobrevivencia de organismos trasplantados.

Alcances
Integración del documento técnico, que comprenda los criterios, metodologías y procedimientos que deberán ser instrumentados, para llevar a cabo en forma correcta el Programa de Reforestación, en congruencia a los compromisos contraídos con la autoridad ambiental y los impactos que fueron evaluados.

Fundamentos técnicos de la elección de especies
Cualquier programa de reforestación, rehabilitación o restauración de áreas implica realizar una serie de intervenciones dentro de la comunidad, la actividad más frecuente es la introducción de especies vegetales con el propósito de retener o mejorar el suelo, o bien inducir la recuperación de la cobertura de vegetación en un sitio, entre otros objetivos. Es importante tener presente que toda intervención que se realice en una Región Ecológica puede cambiar la trayectoria natural de recuperación del sitio. La selección de las especies utilizadas en la restauración es de suma importancia, ya que implica cambiar algunos atributos de la estructura de la vegetación; por ejemplo, la densidad, la cobertura o incluso la riqueza de especies. La magnitud de las intervenciones que pueden realizarse en una Región Ecológica estará en función de la magnitud del daño, deterioro o evento de disturbio que se quiera "revertir". Los alcances del programa, es decir hasta dónde puedo resarcir los daños que presenta determinada área, nos indicarán el tipo de programa que se deba planear en función de sus alcances: remediar, rehabilitar o restaurar. Es deseable que toda actividad de reforestación se desarrolle dentro del marco de algún programa más amplio (remedición, rehabilitación o restauración), sin embargo, puede concebirse como una simple actividad de re-vegetación. En el caso del presente programa, las acciones de reforestación están diseñadas bajo lineamientos ecológicos que favorezcan la rehabilitación y en el mejor de los casos, la restauración de los sitios degradados en los que se realizará la plantación de especies.

La introducción de árboles nativos es una herramienta muy común dentro de las estrategias de restauración. Puede realizarse a partir de:
• Plantas recolectadas de fragmentos remanentes o de acahuales.
• Siembra directa de semillas recolectadas.
• Planta producida en viveros.
• Propagación vegetativa (estacas).
• Limpieza y mantenimiento de plantas existentes.

La selección de una u otra actividad dependerá fundamentalmente de las condiciones del arroyo, de las semillas y plantas, de los recursos económicos y materiales y del tiempo con que se cuente.
Selección de especies. Para la selección de especies es necesario considerar no solamente su importancia ecológica, sino también las necesidades de las comunidades. Es recomendable revisar la información disponible sobre las especies nativas, así como consultar a la población local. Algunos de los criterios que se utilizan para seleccionar las especies para la restauración son:

- Que fijen el nitrógeno en el suelo (leguminosas).
- Que tengan buena capacidad para rebrotar.
- Que crezcan rápidamente.
- Que resistan condiciones limitantes (inundación, sequía, baja fertilidad, suelos compactados, acidez o salinidad del suelo).
- Que tengan algún valor adicional (económico, ecológico o cultural).
- Que no tiendan a propagarse de manera invasiva.
- Que atraigan animales dispersores de semillas (que tenga frutos carnosos).

La forma en que dichas especies mejoran la calidad del microhabitat puede ser diversa involucrando procesos de facilitación, nodricismo, formación de islas de recursos, atracción de animales dispersores de semillas; por mencionar algunos de los procesos ecológicos involucrados. En zonas tropicales los procesos de sucesión secundaria son de suma importancia para la regeneración de la vegetación. La Región Ecológica dentro de la cual se llevará a cabo el presente programa de reforestación comprende dos grandes tipos de unidades ambientales: aquellas cuyo uso es agrícola y las de uso forestal. Se realizarán recorridos dentro de la zona y a

lo largo del río para apoyar la selección de especies, que además se basará en investigación bibliográfica de los atributos y características ecológicas de las especies que conforman la comunidad.

Especies que serán rescatadas en las actividades de desmonte y especies vegetales adicionales a utilizar.
Con el propósito de recuperar la riqueza de especies en los sitios donde se realizará la plantación se propone introducir más de una especie vegetal. Dentro de dichas especies se encuentran aquellas que serán rescatadas previamente a las actividades de despalme; así como algunas especies arbustivas que forman parte de la comunidad y que deberán ser propagadas para tales fines.

Metodología propuesta para la reforestación.
Recurso vegetal: Se deberán elegir las plantas más vigorosas, libres de plagas y enfermedades.

Fuentes de semillas.
Se deben realizar recorridos de campo para localizar árboles que puedan servir como fuentes de semillas. Hay que localizar árboles que a simple vista se vean sanos y que tengan las características de calidad que buscamos, de acuerdo con cada especie. Es importante elaborar una lista de los árboles seleccionados, asentando su ubicación, identidad, tamaño y la época en la que esperamos encontrar frutos o semillas.

Recolecta de semillas.
Las semillas son la principal forma de reproducción de la mayoría de las plantas. Cuando se recolecta semillas, es preciso tener en cuenta:

- Utilizar bolsas de papel o manta, costalitos o recipientes no plásticos, todos marcados, para mantener frescas las semillas mientras son transportadas al vivero o sitio de aclimatación.
- Llevar un registro del sitio y de la fecha de recolección y, si es posible, apuntar el árbol del cual se recolectó. Esto permite anticipar la fecha de futuras recolecciones y saber con certezas cuáles son los árboles que proporcionan semillas de mejor calidad.
- Las recolecciones deben llevarse a cabo del mayor número de árboles posible, de preferencia de lugares cercanos al sitio de trabajo, para que las plantas producidas contengan la mayor variabilidad genética. Por esto mismo, es necesario mantener separadas las semillas que se recolectan de cada uno de los diferentes árboles madre.
- Se debe evitar cosechar semillas inmaduras, atacadas por insectos u otros animales, que se vean deformes o dañadas. Es recomendable realizar la recolección directamente de la planta cuando los frutos están maduros, y no del suelo donde ya pueden estar contaminadas.

Endurecimiento de las plantas: La mayoría de las especies de la selva tropical germinan con rapidez y no necesitan tratamientos previos. Aunque hay algunas que pueden ser almacenadas, la mayor parte de las semillas de las especies de la selva se mueren con gran rapidez, por lo que es necesario sembrarlas en el menor tiempo posible. Para acelerar la germinación, se puede usar distintos tratamientos. Si no hay información sobre tratamientos que hayan desarrollado otras personas, es posible experimentar algunos, siempre y cuando se lleve un registro de lo que se hace. Por ejemplo:

- Secar las semillas al sol
- Romper la cubierta de manera mecánica
- Ponerlas en agua caliente (remojo, hervir) por no más de un minuto
- Ponerlas en ácido

Las plantas que germinen de esas semillas y que serán trasplantadas a los sitios a restaurar necesitan un tiempo de descanso o aclimatación antes de ser introducidas al sitio degradado, ya que las condiciones ambientales suelen ser muy contrastantes. Este tiempo de descanso y aclimatación no implica necesariamente la construcción de viveros o de otro tipo de infraestructura, sino simplemente la adecuación de sitios naturales, como debajo de un árbol de gran tamaño o dentro de un parche en regeneración. En este caso hay que tener cuidado que el ganado no se las coma.

Esta etapa de manejo es para las plantas producidas a partir de semillas; su beneficio radica en que le da rusticidad a la planta al someterla a una ligera exposición a las condiciones ambientales directas. Si esta etapa no se lleva a cabo, la morfofisiología de las plantas estará amoldada a las condiciones del vivero y no estará preparada para confrontar extremos naturales de factores limitativos en los sitios de plantación. Es por ello que un mes antes de la reforestación se deberá suspender la fertilización, las plantas deberán estar a insolación total, y los riegos se aplicarán alternadamente entre someros y a saturación, además de retirarlos durante uno o dos días. Esto favorece a que las plantas presenten crecimiento leñoso en el tallo y ramas. Finalmente se recomienda aplicar un riego a saturación un día antes del transporte de las plantas.

Preparación del terreno de plantación:

La forma en la cual se colocarán las plantas en las parcelas es muy importante. Por ejemplo, se debe tener cuidado de no sembrar muchas plantas de la misma especie juntas, ya que esto puede atraer insectos y otros animales que las pueden atacar. Por esto se recomienda mezclar las especies en un mismo sitio. Lo ideal es hacer un esquema de la disposición espacial de las plantas, es decir, marcar en un mapa del lugar los sitios exactos en los que se colocará cada planta. En los proyectos de restauración se han utilizado diferentes diseños: en líneas, en grupos, al azar, intercalados, entre otros. Aunque el diseño espacial dependerá de los objetivos del proyecto y de los árboles preexistentes, el más utilizado es el diseño en líneas. Por otro lado, la distancia entre cada planta por sembrar definirá la densidad de individuos dentro de la parcela, es decir, el número de individuos por parcela. La densidad depende del tamaño que tengan las plantas al momento de su siembra y de su velocidad de crecimiento.

El tipo de geoforma en que se ubican los sitios de reforestación corresponde a pie de monte por lo que predominan las pendientes suaves o con terrenos casi planos, no obstante, se recomienda que la plantación se realice siguiendo curvas de nivel del terreno. Los sitios en que se planea realizar la reforestación han sido sometidos a cultivos por lo que puede tratarse de suelos pobres en nutrientes y con propiedades físicas adversas tales como densidad aparente alta y baja capacidad de retención de agua. Previo a la reforestación deberán analizarse las características del sitio y de ser necesario deberán tomarse las medidas pertinentes de mejoramiento de suelo. Los métodos deben ser empleados en concordancia con el tipo de deficiencias que se presenten y con los factores medioambientales adversos que se quiera contrarrestar. La práctica más común en la preparación del terreno consiste en intervenir sólo el sitio específico en donde se trasplantará o sembrará la planta. No obstante, se recomienda realizar una descompactación en el terreno y que el suelo producto de la excavación de las cepas de plantación se mezcle con el suelo que fue almacenado como producto de las actividades de desmonte y despalme. Esto último es de suma importancia ya que, en suelos de uso agrícola, la microbiota suele ser bastante reducida y a lo largo del camino existen procesos naturales de sucesión secundaria donde están presentes especies que presentan asociaciones micorrízicas o nódulos por lo que la diversidad de la microbiota que existe en dicho suelo es mucho mayor a la de los suelos de uso agrícola. Realizar esta mezcla de suelo además representa la posibilidad de que se incremente la diversidad de flora al estar introduciendo también parte del banco de semillas que existe en forma natural en los sitios de vegetación secundaria. Todo esto incrementa la posibilidad, si las condiciones ambientales lo permiten, que se establezcan con mayor facilidad procesos de sucesión que promuevan la restauración de los sitios.

Trasplante.

Las plantas deben ser trasplantadas a sitios que han sido seleccionados y preparados tiempo antes. Por ejemplo, si el sitio necesita limpieza o chaponeo, estas actividades deben realizarse unos días antes del trasplante. Es recomendable cavar el hoyo donde se sembrará el arbolito en el mismo momento del trasplante, para que la tierra esté húmeda y suelta, y también es recomendable hacerlo por la mañana, para que el sol no la reseque. Cuando se dispone de buena tierra, se puede hacer el hoyo del doble del tamaño de la bolsa para rellenarlo con dicha tierra. De esta manera, las raíces tienen mayor materia orgánica.

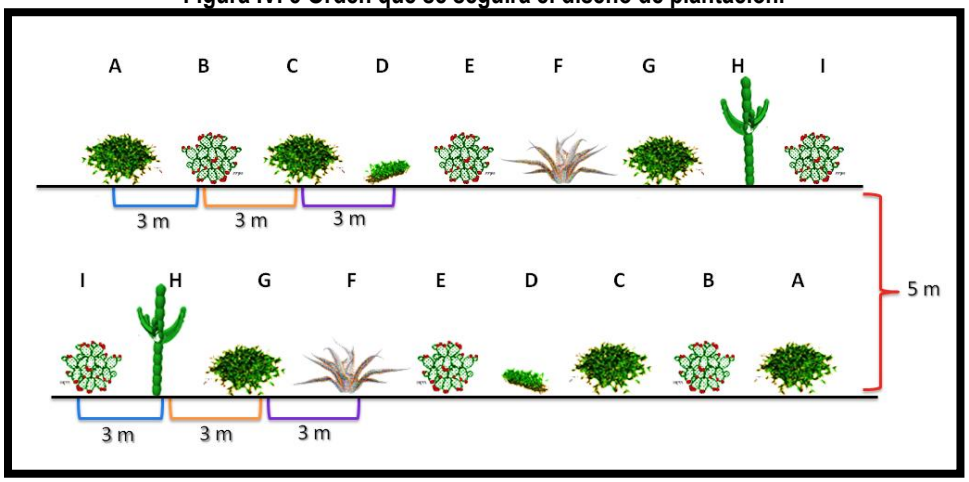
Otra opción es invertir la tierra, es decir, que la tierra que se quita de la parte más profunda del hoyo se coloca por encima de la planta. La bolsa plástica debe quitarse de la planta con cuidado para no dañar sus raíces. En algunos casos, podrá ser necesario regar las plantas hasta que éstas se afiancen bien en la tierra. Siempre que sea posible, el trasplante debe realizarse en la época de lluvias para favorecer un mejor establecimiento en las parcelas.

Siembra directa.
Algunas especies tienen la capacidad de germinar por sí solas en los sitios degradados, un ejemplo de esto es el plumillo. En estos casos, no es necesario germinar la semilla y trasplantar la plantita hasta el sitio, sino que se pueden sembrar directamente las semillas. Con la siembra directa se ahorra el esfuerzo de producir la planta, pero siempre será necesario invertir otro esfuerzo en evitar que las hormigas o ratones se coman las semillas. Una manera de establecer especies por siembra directa es proteger las semillas sembradas con una malla metálica, la cual se retira del sitio, una vez que la semilla haya germinado.

Protección de la plantación y mantenimiento: Para proteger la plantación contra factores de disturbio como el pisoteo y ramoneo del ganado, se recomienda colocar una cerca en el perímetro de la plantación; y el deshierbe del perímetro (20 cm) de las plantas introducidas. En caso de ser necesario se deberá proveer riego a los individuos plantados; teniendo siempre en cuenta los requerimientos hídricos de cada especie.

Las distancias de plantación de los individuos (trazado), tomando en cuenta las características biológicas de las especies que pretenden utilizarse.
Durante recorridos realizados en campo se observó que las especies de arbustos que aquí se incluyen llegan a tener alrededor de dos metros de cobertura, a veces más, por lo cual se eligió plantar a una distancia entre individuos de 3 metros y se intercalaron con individuos de especies no leñosas cuya cobertura es menor, incluyendo así todas las especies en el ensamble diseñado. La siembra de especies se realizará en un arreglo de tres bolillo siguiendo curvas de nivel a una distancia de 5 metros; dicha distancia se eligió con el propósito de incrementar la densidad de especies debido a la zona donde se encuentra el proyecto.

Figura IV. 5 Orden que se seguirá el diseño de plantación.



Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Indicadores de seguimiento
Una vez que se ha definido el objetivo y las herramientas, hay que definir las metas de restauración. Las metas son diferentes de los objetivos porque se definen de manera puntual, con números o valores específicos. Definir metas claras nos permitirá evaluar si nuestro proyecto avanza, está estancado o tiene problemas para alcanzar sus metas.

El seguimiento de las actividades resulta fundamental, ya que es la manera de saber si el proyecto va por buen camino o si necesita ajustes o correcciones. Para poder dar un buen seguimiento tendremos que haber definido metas claras. En el seguimiento del proyecto debemos evaluar si las actividades planeadas se han cumplido en tiempo y forma, si las personas involucradas están conformes con el desarrollo del proyecto, si las plantas han recibido el cuidado necesario, etc. En cambio, el monitoreo es el seguimiento específico de los resultados de las actividades de restauración. Cuando sembramos semillas o plantas para recuperar la vegetación, es

necesario monitorear el desarrollo de las plantas, y para ello es necesario definir algunas variables que funcionarán como indicadores de los resultados. Los indicadores más utilizados son:

- **Supervivencia.** Es el número de individuos vivos de una especie, en un momento determinado.
- **Altura.** En las plantas se mide desde la base hasta su extremo superior. No se usa para las estacas ya que en lugar de crecer éstas suelen producir ramas nuevas.
- **Diámetro en la base.** Es el diámetro del tronco en la base de la planta, es decir, a la altura del suelo.
- **Diámetro a la altura del pecho (d.a.p.).** Es el diámetro medido a la altura de nuestro pecho. En general, se mide a unos 130 cm del suelo. Solo se u utiliza para medir árboles jóvenes o adultos (mayores a 1.5 m de altura).
- **Cobertura de la copa.** Es una medida de la cantidad de sombra que puede generar una planta. Se miden dos valores del ancho de la copa del árbol (en forma de cruz) y estos valores se multiplican entre sí. Una vez definidos los indicadores que se utilizarán para monitorear y dar seguimiento a las actividades, se debe planificar la frecuencia de medición.

Adicionalmente como indicadores de seguimiento para evaluar la eficiencia de este programa de reforestación se considerarán los siguientes parámetros en base a una estimación numérica:

1. Superficie reforestada en proporción de 3:1 contra el desmonte de vegetación forestal.
2. Número de individuos propagados, de acuerdo con los requerimientos.
3. Sobrevivencia de plantas en vivero antes de su plantación en campo.
4. Número de ejemplares plantados en los sitios propuestos.
5. Porcentaje de sobrevivencia de ejemplares plantados.

Otros indicadores de la sucesión ecológica que no son mesurables, pero que muestran el desarrollo de la sucesión vegetal, son el reclutamiento de especies vegetales secundarias de sucesiones avanzadas o de especies primarias, y la presencia de especies animales especialistas y no generalistas. Sin embargo, el reclutamiento de especies vegetales secundarias de sucesiones avanzadas o de especies primarias y su registro requeriría de un período largo de espera, sobre todo contando con que varias de las especies integradas a la reforestación son especies pioneras en las sucesiones y el reclutamiento de plántulas de estas especies no demostraría un avance sustancial de la sucesión. Sin embargo, la presencia de ciertos gremios de fauna generalista en áreas perturbadas, contra la presencia de especies especialistas en hábitats con calidad ambiental, es un factor que se considera mejor parámetro para evaluar el desarrollo de la sucesión en este caso particular, donde el monitoreo de las plantaciones se plantea a 5 años.

IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE SITIOS PARA RESTAURACIÓN.

Identificación del Sitio:

Los pasos para la identificación del sitio son como siguen:

1. Seleccionar un área particular de interés para la conservación (una cuenca, un rango montañoso, etc.) que puede estar compuesto por varios ecosistemas diferentes, pero relacionados estrechamente entre si y que posean un cierto número de valores biológicos de importancia, ya sea económica, biológica o una combinación de ambos.
2. Identificar los objetos de conservación prioritarios para el área (Valores biológicos), que se pueden definir como ecosistemas, gremios, comunidades, especies, etc.
3. Explorar el área para seleccionar sitios más pequeños donde se presenten el sistema ecológico a recuperar.
4. Exploración visual del sitio para determinar el tipo de deterioro presente en el mismo (erosión, perdida de vegetación, presencia de elementos vegetales en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, sobrepastoreo, etc.).
5. Identificar los objetos de conservación presentes en el sitio y su estado de salud (Valores biológicos).
6. Con base a los objetos de conservación encontrados para el sitio, se establecen las prioridades y necesidades de restauración para el mismo.

PREPARACIÓN DE SUELOS PARA LA REFORESTACIÓN

Acondicionamiento del sustrato del sitio del proyecto y en los sitios que se establezcan para la forestación y/o reforestación.

Si existe la necesidad de reforestar sitios en donde el suelo este degradado, el éxito dependerá en gran medida de la preparación del terreno, por lo cual es necesario detectar con precisión cuales son las características negativas que más afectarían el establecimiento de las plantas y darse a la tarea de revertirlas artificialmente.
A continuación, se presentan las principales limitantes de los suelos y la forma de tratarlos.
a) Características adversas de los sitios.

1) Suelos compactados

Esta característica es muy común en suelos que se han utilizado con fines agropecuarios, y tienen la particularidad de presentar escaso espacio poroso dentro del suelo, lo que dificulta el desarrollo de las raíces y la penetración del agua dentro del suelo. Por lo general, en estos suelos al reducirse la infiltración del agua y aumentar el escurrimiento superficial, se presentan fuertes problemas de erosión, sobre todo cuando están ubicados en terrenos cerriles de fuerte pendiente. Cuando se ubican en un plano y se presentan lluvias torrenciales que rebasen la capacidad de infiltración de agua del suelo y la capacidad de evapotranspiración potencial del medio, pueden presentarse inundaciones temporales o permanentes.
La forma de revertir la compactación del suelo es a través de la roturación del terreno, el cual se puede realizar por medio de maquinaría, tracción animal o manualmente, según lo permitan los recursos de que se disponga y la topografía del terreno. De lo que se trata es de remover el suelo tanto como sea posible, darle más porosidad, para que pueda ser capaz de infiltrar mayor cantidad de agua y permita el crecimiento radicular de las plantas. Es recomendable remover el suelo a una profundidad de 40 a 50 cm, en ocasiones estas profundidades implican hacer un subsoleo.
Si por naturaleza el suelo es muy pesado y presenta gran cantidad de arcilla revertir la compactación por medio físicos solamente es poco viable, pues la descompactación durará poco tiempo si no se emplea otro tipo de estrategia. En este caso, a la remoción del suelo se debe sumar la incorporación de materia orgánica (hojarasca o esquilmos agrícolas), con la finalidad de darle mayor volumen.
Aunque como es comprensible la cantidad de materia orgánica que se tienen que usar por hectárea es muy grande para que esta práctica pueda tener efecto deseado, representando un costo que difícilmente puede ser recuperado por lo que la alternativa más viable es la de preparar el terreno sólo en las líneas de plantación, o, en su defecto, sólo es el entorno del sitio en donde se introducirá la planta. Esta última opción reducirá considerablemente la extensión de terreno a preparar.

No obstante que la roturación total del terreno parece ser la opción más adecuada para revertir la compactación del suelo y sus efectos, hay que dejar claro que para el caso de los terrenos que presentan fuertes pendientes, se corre el riesgo de aumentar el proceso erosivo al encontrarse el suelo removido y sin una cobertura vegetal que la proteja. En estas circunstancias se sugiere trabajar el terreno por franjas sobre la línea de plantación o en su defecto en el entorno del sitio en donde se introducirá la planta.

2) Rocosidad.

Cuando el terreno presenta alto porcentaje de rocosidad, definido como al afloramiento de la roca madre en la superficie del terreno, lo único que resta es detectar los sitios en que se da un acumulamiento de suelo que permita la introducción de la planta, pues no existe forma práctica de revertir esta deficiencia. En lo que se tendrá que poner mayor cuidado es en elegir especies que desarrollen más en lo horizontal su sistema radicular; las especies con prominente desarrollo vertical de la raíz pueden sufrir deformaciones en ésta que repercutan en el desarrollo de la planta. Es más conveniente en estos casos introducir plantas con afinidad a este tipo de condiciones (rupícolas), aunque no sean leñosas, pero que formen suelo como pueden ser nopales o magueyes.

3) Deficiencias nutricionales.

Los suelos de las áreas que han estado expuestas a aprovechamientos agropecuarios y forestales comunes que presenten deficiencias físicas y en el contenido de algunos elementos nutricionales. Por lo general las

deficiencias que más afectan el desarrollo de las plantas son la falta de nitrógeno, fósforo y potasio, aunque también es frecuente encontrar bajos niveles de bases (calcio, magnesio, etcétera) y estructura

PRINCIPALES ACCIONES EN PROTECCIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUELOS.

Las técnicas de protección, conservación y restauración de suelos serán adaptadas de acuerdo a las condiciones del sitio. Estas técnicas deben de tener un soporte de datos, anteriormente caracterizadas a detalle como son: relieve, inclinación de pendientes, posición de sitio en el paisaje, estimadores de erosionabilidad, etc. Entre las actividades que podrán ser aplicadas al suelo del proyecto están: la Cerca viva de especies, Acciones de reforestación y el Enriquecimiento del suelo con materia orgánica. Para otro tipo de acciones se tendrán que evaluar sitios aledaños, o zonas dentro del SA, donde las características topográficas y condiciones permitan la implementación de las medidas.

Sistema de zanja–bordo (cordones de nivel).

Consiste en construir zanjas y bordos de tierra en sentido perpendicular a la pendiente, la zanja es de 0.4 m de ancho x 0.40 m de profundidad y el largo del terreno.

Se adapta a terrenos con pendientes de 5 a 40 %, el bordo se debe mantener con vegetación. Se recomienda una zanja bordo cada 20 m de distancia o menos dependiendo de la pendiente y de las características de los escurrimientos. El principal objetivo es disminuir la velocidad de los escurrimientos superficiales y la erosión, también sirven para conducir los escurrimientos a velocidades no erosivas a cauces de arroyos naturales o a cárcavas estabilizadas.

Zanja de infiltración (Zanjas Trinchera.).

Las Zanjas de infiltración también se conocen como zanjas trincheras o tinas ciegas son zanjas y bordos en forma discontinua sobre curvas de nivel, formando un dique divisor entre zanja y zanja.

Las dimensiones son de 0.4 m de ancho x 0.4 m de profundidad x 2.0 m de largo y el objetivo principal es disminuir los escurrimientos superficiales, disminuir la erosión e incrementar la cantidad de agua infiltrada al suelo.

Canales de desagüe.

Son zanjas para desalojar la escorrentía de ladera o proveniente de un sistema de acequias. Tienen la función de interceptar la escorrentía y conducirla hacia un cauce natural o a una cárcava estabilizada a velocidades no erosivas.

Cuando no se dispone de un cauce natural al cual enviar los excedentes, se requerirá construir uno artificial, el que por seguir la pendiente principal del terreno tendrá una inclinación pronunciada que favorece la erosión; por lo tanto, es necesario protegerlo estableciendo vegetación en taludes y en el fondo. La sección más eficiente es la semicircular por presentar menor perímetro mojado y la trapezoidal también es eficiente. La pendiente máxima es de 2 a 2.5% para, longitudes menores de 30 m. y de 0.35 a 1 para longitudes de 30 a 150 m.

Control de Cárcavas.

Son una serie de actividades tendientes a detener el crecimiento de las mismas, reducir la velocidad de la escorrentía y retener el azolve aportado por el área de drenaje, hasta lograr el relleno y/o estabilización de los cauces. Para realizar el control de cárcavas se debe controlar el crecimiento de éstas en sus tres dimensiones: largo, ancho y profundidad.

Cabeceo de Cárcavas.

Su finalidad es evitar la erosión remontante, amortiguando la energía de caída de la escorrentía, mediante un revestimiento de piedra o malla y una lechada de cemento para proteger el suelo del desprendimiento por fricción, mientras el colchón hidráulico al pie de la rápida absorbe la energía de caída ya dentro del cauce.

Se deben usar también zanjas derivadoras aguas arriba de la cárcava para conducir el escurrimiento del área de captación hacia otros desagües. Para construir este tipo de estructuras es necesario previamente suavizar los taludes con una pendiente de 30 a 40°, y generalmente esta estructura se acompaña con una presa de control de azolves situada precisamente al pie de la rápida.

Presas de Control de azolves.
Las presas de control de azolves son las principales obras para el control de la erosión en cárcavas, consisten en estructuras de distintos materiales colocadas transversalmente al flujo de la escorrentía.
Las presas más usadas son las de piedra acomodada, estas presas se recomiendan hasta 3 metros de alto, se considera que para presas de hasta dos metros la base es de 1.5 veces la altura al vertedor y para presas mayores de 2m la base será de 1.75 veces la altura.
Existen presas de distintos materiales y se debe buscar la más adecuada de acuerdo con las características de las cárcavas, los costos de construcción y el material disponible en la región.

Cercas vivas
Está práctica busca estabilizar la frontera forestal con la agrícola y contribuir a incrementar la productividad de los terrenos preferentemente forestales que están siendo utilizados para la agricultura. Los cercos vivos consisten en la plantación de árboles y arbustos de fácil enraizamiento y rápido crecimiento así como cualquier otra planta de fácil enraizamiento y que aporte nitrógeno al suelo. Este tipo de cerca se hace sembrando, a altas densidades, especies espinosas y/o arbustivas de rápido crecimiento en la periferia del terreno. Lo más recomendable para establecerlas es usar especies nativas que presenten las características mencionadas anteriormente, o bien especies capaces de adaptarse a la zona en cuestión. Probablemente, estas cercas en un inicio resulten ser algo costosas en términos de inversión, tiempo y esfuerzo. Sin embargo, a futuro son las idóneas, ya que su funcionamiento y seguridad será permanente. Por otra parte su mantenimiento sólo requerirá, ocasionalmente, el desrame sin ningún otro tipo de inversión. Es conveniente que este tipo de cercas acompañe a aquellas que no son de duración permanente, pues al desarrollarse las primeras, poco a poco irán sustituyendo a las cercas que necesitan ser constantemente renovadas.

Enriquecimiento del suelo con materia orgánica.
El empleo de materia orgánica, residuos de vegetación o de cultivos, mantienen los niveles nutrimentales en el suelo. Una parte de estos elementos del suelo pueden perderse por lavado y por empleo por la vegetación.
Abonos verdes Son cultivos o vegetación anterior que es empleado para abonar el terreno, estos deben de material fresco para un mejor aporte de nutrimentos. Estos residuos verdes son enterrados para que aporten nutrientes al suelo. Dentro de los abonos empleados se encuentran las leguminosas. Estos abonos son recomendables sitios muy inclinados y con suelos son una alta susceptibilidad a la erosión, ya sea arenoso o arcilloso. También son recomendables en suelos someros ya que pueden incrementar su fuente de energía y nutrimental para la actividad microbiológica.

CRITERIOS PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE SUELOS
Las obras y prácticas están destinadas a controlar los procesos de degradación, mantener la productividad potencial de los suelos, la retención de azolves y la captación de agua.
Se realizan en terrenos forestales con presencia de degradación la cual puede ser ligera, moderada o severa.
Se basan en una perspectiva de cuenca o microcuenca donde la primera instancia a contrarrestar es la pérdida de suelo en zonas de ladera y posteriormente en las cárcavas.
Se deben priorizas las áreas que están dentro de la RE para la conservación y restauración.

PROCESO DE REFORESTACIÓN.
- Identificación del área a reforestar.
- Determinación de especies a utilizar.
- Selección del germoplasma.
- Obtención del material vegetativo y preparación y protección de los terrenos a reforestar.
- Plantación.
- Cuidado y evaluación de los trabajos de conservación.

1. Establecer la efectividad de las medidas de manejo de los residuos sólidos domésticos y de obra.

Impactos potenciales:

Contaminación del suelo y corrientes superficiales de agua por aportes de sedimentos, desechos de obras, residuos sólidos comunes y especiales y vertimientos de agua de origen doméstico y de construcción. Alteración del paisaje.

Medidas de manejo del impacto

Las medidas de manejo consideradas para este impacto corresponden a la gestión integral de los residuos sólidos, que incluye medidas en todas las etapas, desde la separación en la fuente, el almacenamiento y presentación, la recolección y el transporte y la disposición final.

La gestión integral de residuos sólidos desarrolla manejos específicos para cada tipo de residuo generado durante la construcción y operación del proyecto: residuos sólidos convencionales, residuos sólidos de construcción y peligrosos.

Medidas de seguimiento y monitoreo

Las medidas de seguimiento y monitoreo se realizará la cuantificación periódica de los residuos generados en relación con su aprovechamiento y su disposición. Para este seguimiento se establecerá un cronograma de recolección de residuos sólidos domésticos, de construcción y peligrosos y cuantificando los volúmenes o pesos generados por unidad de tiempo los cuales serán confrontadas con las cantidades manejadas en cada parte del proceso de gestión integral.

Sitios de monitoreo:

El monitoreo de residuos sólidos debe realizarse en cada uno de los sitios en donde se realizará el almacenamiento y disposición temporales y final.

2. Establecer la efectividad de las actividades para la preparación de suelos para la reforestación.

En los sitios en donde se realicen acciones de reforestación y tratamientos relacionados, se realizará el seguimiento con la medición de la eficacia de las plantaciones, consignando semestralmente información de los individuos sembrados que incluirá la Sobrevivencia, para hacer un seguimiento sobre el indicador**:** # de individuos vivos/# número de individuos sembrados.

Esta medición se realizará semestralmente, hasta alcanzar la meta con resiembras del 95%. Toda vez que se observe un alto índice de sobrevivencia de las plantas y buen estado desarrollo (que no haya evidencia de carencias nutricionales), se podrá evaluar que las medidas de recuperación de suelo para mejorar su calidad fueron eficientes.

3. Establecer la efectividad de las actividades para la protección, conservación y restauración de suelos.

Indicador: Evaluación de las características físico-químicas y biológicas del suelo antes de la ejecución de las obras de restauración y después de aplicadas. Evaluación de la contribución a la restauración de áreas, mediante la realización de trabajos de conservación y obras de restauración de suelos.

Cueros Hídricos

Las labores de monitoreo y limpieza se realizarán en dos etapas:

I. Inicio de obra:

Se realizará un recorrido para delimitar con conos, los sitios en donde se realizarán las obras de cruce de arroyos:

- Se efectuará una evaluación inicial de las condiciones en que se encuentran los sitios.
- Se hará un registro fotográfico de la condición de las áreas dentro de los 250 metros aguas arriba y 250 metros aguas abajo y en una franja de 10 metros de ancho en ambas márgenes.

Se darán a conocer a todos los trabajadores y supervisores las medidas de mitigación que se indicaron en la MIA-P sobre esta temática, para su cabal cumplimiento

II. Actividades de Preparación del Sitio y Construcción

El cumplimiento de las medidas de mitigación deberá ser supervisado constantemente durante el desarrollo de la obra. Aunado a esto se proponen las siguientes actividades:

1. Conformación de una brigada de dos personas.
2. En la semana de terminación de cada actividad de acuerdo con el calendario de obra se harán recorridos en las zonas delimitadas y se cerciorarán de que no se tengan residuos de ningún tipo en la zona.
3. En caso de encontrar algunos residuos, estos se retirarán y se depositarán en el lugar previsto para el tipo de residuo encontrado.
4. Se realizará un registro fotográfico en cada zona en donde se tenga una zona de intersección, para constatar que el sitio está libre de residuos.

i. Medidas de protección del afluente de río/arroyo, como puede ser la colocación de una malla ciclónica sobre los bordes del afluente del con el fin de evitar la caída de material y los residuos suspendidos en el río durante la etapa de construcción.

Se deben considerar los cauces que estes en el trazo. Se considera que la aplicación y supervisión de las medidas de mitigación controlarán la caída de materiales en ellos cauces, y que en caso de presentarse se retirarán inmediatamente.

Como una medida adicional se implementará vallas de malla ciclónica o de madera en las zonas en donde se esté trabajando. Se deberá considerar que estas vallas se pondrán en aquellos sitios en donde no pongan en riesgo el movimiento de los trabajadores y de la maquinaria.

El proceso de redistribución de las precipitaciones depende de la interrelación entre una serie de factores, al producirse una precipitación sobre un ecosistema, una parte de ésta es interceptada en el dosel, esta agua capturada se distribuye a través de las ramas o por goteo hacia el suelo llamándole precipitación directa, puede también escurrir por los troncos siendo así un escurrimiento fustal.

Los factores que afectan al escurrimiento se refieren a las características del terreno (cuencas hidrográficas), y se dividen en dos grandes grupos: los climáticos y los relacionados con la fisiografía.

El escurrimiento de la zona del proyecto depender de la topografía, el clima, la geología y el tipo de suelo. El flujo base del escurrimiento decrece en un período de sequía debido a que el agua subterránea se drena hacia el río o arroyo, y así el nivel freático desciende.

ii. Revegetación de las márgenes del afluente de los ríos/arroyos, que se encuentren desprovistas de vegetación forestal y en las zonas aledañas a los cauces.

Con base en la información en la vegetación del proyecto. Ver las condiciones de la vegetación ribereña y varias especies arbustivas y herbáceas.

iii. Nombres y números de especies nativas con las cuales se revegetarán las márgenes, especificando los criterios técnicos y biológicos aplicados para su selección.

Las plantas adecuadas para la revegetación deberán presentar las siguientes cualidades:

- Ser de fácil propagación.
- Resistir condiciones limitantes, como baja fertilidad, sequía, suelos compactados, pH alto o bajo, salinidad, etcétera.
- Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica como hojarasca, de preferencia con una relación alta de C/N.
- Baja tendencia a adquirir una propagación de maleza, invasora e incontrolable.
- Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes en el suelo.
- Que tiendan a favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas, proporcionándoles un hábitat y alimento.
- Con el tiempo los conglomerados de estas plantas pueden llegar a facilitar de forma natural el reciclaje de nutrientes, preservándose la fertilidad, y en general acercándose gradualmente a la manera cómo funcionan las comunidades naturales.

Selección de especies

De las especies nativas de la zona se consideran aptas para revegetar las riberas del cuerpo de agua, aquellas observadas en campo y que tengas alta resiliencia y capacidad de adaptación.
Para calcular el número de plantas se utilizan los siguientes criterios:
Árboles se sembrarán con una distancia de 3 metros, los arbustos de 2 metros y los arbustos delgados de 1 metro.
Se solicita una reforestación de 250 metros a cada lado de la ribera tanto en aguas arriba como en aguas abajo y con un ancho de 10 metros, lo que significa una línea de tres bolillo para árboles, una para arbustos y una para arbustos bajos o delgados en las distancias indicadas.
Considerando que cada planta tiene un área de influencia igual al área de separación en el método tresbolillo se tiene:

Arboles 3 x 3 = 9 m^2
Arbustos 2 x 2 = 4 m^2
Arbustos bajos 1.5 x 1.5 = 2.25 m^2

Se utilizará el almacén de germoplasma del suelo del despalme en la zona, para cubrir las áreas con herbáceas y pastos.

i. Instalación y acondicionamiento de un vivero cercano al área del proyecto, que servirá para la recepción almacenamiento, cuidados y riego de las plantas de manera previa a la realización de los trabajos de desmonte.

Los viveros se definen como sitios destinados a la producción de plantas forestales, en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de la plantación.
En este sentido, el vivero por instalar será de baja producción y se colocará en una zona cercana a los sitios propuestos para revegetar.
Dichas acciones estarán coordinadas por personal capacitado en la producción y manejo de flora silvestre y se tomarán en cuenta las características paisajísticas naturales correspondientes al área a reforestar para llevarlo a cabo.
Las especies elegidas serán nativas de la zona y se tendrá continuidad con las características paisajísticas de la zona, el paisaje para los sitios de intersección con el río.

Se desarrollará un calendario de actividades, programando la plantación después de concluir la obra para evitar que la maquinaria o personal cause algún daño sobre los individuos.

Seguimiento (periodicidad).
A continuación, se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento a las acciones.

Tabla IV. 45 Seguimiento de las acciones de reforestación.

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cuantitativo y Cualitativo	1 año

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Tabla IV. 46 Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades)

PERIODOS DE ACUERDO CON LAS ETAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	TRAMITES PREVIOS			PREP. DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN					LIMPIEZA GRAL		OP. Y MTTO	
	Liberación del DV	Puente del proyecto	Otros estudios	Retiro de vegetación	Despalme	Obras provisionales	Excavaciones	Drenaje menor	Acarreos	Terraplenes	Pavimentación	Señalamientos	Retiro de maquinaria	Limpieza general	Operación	Mantenimiento
ECOLOGÍA																
Realizar el rescate y reubicación																
Prohibir extracción de flora silvestre en especial aquella con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010																
Prohibir introducción de flora exótica																
Prohibir el uso de químicos o fuego para el retiro de vegetación en áreas de apertura																
Limitar la circulación de vehículos a la LC propuesta																
Capacitación a los trabajadores sobre el respeto a la vegetación																
Adecuación de las OD para ser utilizadas como pasos para herpetofauna																
Monitoreo y rescate de herpetofauna																
CONT. AMBIENTAL																
Prohibir realizar cualquier tipo de actividad durante la noche																
Utilizar iluminación localizada para áreas de instalaciones temporales																
Programación de las actividades evitando la temporada de lluvia																
Instalación de sanitarios portátiles																
Almacén de material de despalme en áreas adecuadas																
Limitar la circulación de vehículos a la LC propuesta																
Remoción del suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles o aceites																
Instalar recipientes para disposición de residuos urbanos																
Disposición final de RU en sitios autorizados por el municipio																
Instalar recipientes y almacén temporal para RP´s																
Transporte y disposición final de RP´s por empresa autorizada																
ASPECTOS ESTÉTICOS																
Evitar exceso de carga en vehículos de acarreo																
Realizar mantenimiento preventivo en maquinaria y vehículos																
Descompactación del suelo al retirar instalaciones provisionales																
Establecer un programa permanente de recolección de residuos en el DV																
ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO																
Contratar trabajadores de las poblaciones cercanas																
Establecer un sistema de seguridad en los frentes de trabajo																
Colocar señalamientos preventivos																
Contar con botiquín de emergencias																
Proveer los trabajadores con equipo de protección personal																
Dar mantenimiento preventivo y correctivo al PUENTE																

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

IV.9 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.

Con relación al acuerdo donde se establecen los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación. Publicado en el año 2006. El costo por este rubro se obtiene en base a la siguiente tabla.

Tabla IV. 47 Costos de referencia para compensación ambiental

CONCEPTO	COSTO DE REFERENCIA PARA COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR ECOSISTEMA [MONTO ($) POR HECTÁREA]			
Actividades de revegetación y su mantenimiento	Templado-frío	Tropical	Árido y semiárido	Zona inundable o transición tierra mar Humedales
	58,647.44	44,382.98	32,714.84	76,880.00

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

En el área del proyecto se cuenta solo con ecosistemas Templado-Frío y la zona geográfica corresponde a la "A" pero derivado del cambio del valor del salario mínimo con respecto a la fecha de publicación se desarrolla a continuación el cálculo del costo por ecosistema y hectárea.

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento = (precio de la planta para reforestación multiplicado por el número de plantas necesarias) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para reforestación) + (Precio del transporte de planta multiplicado el número de kilómetros necesarios) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para llevar a cabo el mantenimiento) + (precio de la mano de obra multiplicada por el número de jornales requeridos para llevar a cabo la asesoría técnica).

I.- El precio de la planta es el que se señala en la tabla:

Tabla IV. 48 Costo de la planta

Ecosistema	Costo de planta
Templado Frío	$11.30

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

II.- El precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga es de: $750.00 por kilómetro.
III.- El precio de la mano de obra, es el equivalente al salario mínimo vigente para cada área geográfica, determinado por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, por lo cual el valor es de:

Tabla IV. 49 Salario Mínimo de la región

Área geográfica	Monto del salario mínimo/por jornal
Única	$315.04

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Las cantidades para determinar los costos de referencia son las siguientes:
I.- La cantidad de plantas o densidad de plantación es igual al número de plantas requerido por ecosistema para garantizar la restauración de acuerdo con la tabla:

Tabla IV. 50 Número de plantas por hectárea.

Ecosistema	Número de Plantas por Hectárea
Templado Frío	1,100

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

II.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo la reforestación es igual a 19 jornales
III.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación es de 70 jornales
IV.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo el mantenimiento es igual a: 28 jornales
V.- La cantidad de mano de obra por hectárea para la asesoría técnica es igual a: 7 jornales

Por lo cual el valor para calcular el costo por hectáreas el siguiente.

Tabla IV. 51 Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento.

Costo planta	$11.30
No. plantas/ha	1,100
Mano obra por hectárea (reforestación)	19
Mano obra por hectárea (suelo)	70
Mano obra por hectárea (Mantenimiento)	28
Mano obra por hectárea (asesoría técnica)	7
Salario mínimo	$315.04
Precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga	$750.00
Total por hectárea	**$60,844.96**

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento =
(11.30*1100) + (19*315.04) + (550*17) + (70*315.04) + (28*315.04) + (7*315.04) = **$60,844.96** por hectárea.
12,430 + 5,985.76 + 9,350 + 22,052.80 + 8,821.12 + 2,205.28

El proyecto contempla la afectación de una superficie de 0.053 ha, pero por lo menos se debe contemplar una hectárea para que la estimación se compense por lo que entontes se multiplica la cantidad de **1.0ha** por el costo por hectárea que se obtiene del total de las actividades $**60,844 (96/100 MN)**. Así mismo en base al Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se mencionan a continuación.

Tabla IV. 52 Niveles de equivalencia para la compensación ambiental

I.	Tipo de ecosistema.	Puntos
a.	Semiárido, trópico seco.	**1**
b.	Humedales sin mangle, templado frío, excepto bosque mesófilo de montaña, trópico húmedo, excepto selva alta perennifolia.	**3**
c.	Humedales con mangle, vegetación de galería, bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia.	5
II.	**Estado de conservación de la vegetación.**	
a.	Vegetación secundaria en proceso de degradación.	1
b.	Vegetación secundaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación.	**2**
c.	Vegetación primaria en proceso de degradación.	3
d.	Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación.	4
III.	**Presencia de especies de flora o fauna silvestre listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la nom-59-semarnat-2001.**	
a.	Sujetas a protección especial.	**1**
b.	Amenazadas.	**2**
c.	En peligro de extinción.	3
* Si cualquiera de las especies presentes es endémica se suma un punto adicional.		(+1)

IV.	**Servicios ambientales establecidos en la lgdfs que se afectan.**	
a.	Cuando se dejen de prestar hasta cuatro servicios ambientales.	**1**
b.	Cuando se dejen de prestar más de cuatro servicios ambientales.	**2**
V.	**Presencia del proyecto en áreas de conservación.**	
a.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) o Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's).	1
b.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de aprovechamiento restringido.	2
c.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de conservación o protección.	3
VI.	**Características de la actividad u obra.**	
a.	Trazo lineal que no implique el confinamiento del área.	**1**
b.	Trazo poligonal que no implique el confinamiento del área.	2
c.	Trazo poligonal que implique el confinamiento del área.	3
d.	Trazo lineal que implique el confinamiento del área.	4
VII.	**Afectación a los recursos suelo/vegetación.**	
a.	Afectación de la vegetación de manera temporal.	**1**
b.	Afectación de la vegetación de manera permanente.	2
c.	Afectación de la vegetación con sellamiento del suelo.	3
VIII.	**Beneficio.**	
a.	Ambiental.	0
b.	Social.	**1**
c.	Particular.	2
	TOTAL	**10**

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

En base a la tabla anterior se obtiene el valor de la compensación ambiental con ayuda de la siguiente fórmula

Fórmula: CA = (Po) (Fc) (S)

Dónde:
CA= Compensación ambiental
Po = Puntuación obtenida
Fc= Factor de conversión (derivado de dividir la equivalencia máxima a compensar entre la suma de los máximos puntajes de los criterios establecidos) **6/27 = 0.22**
S= Superficie por afectar.
La relación por compensar por hectárea en el proyecto es de 1:3. Derivado que en el SA se tendrá una afectación de 0.053 ha. El área total por compensar es de:

CA= (10*0.22*0.053) = 0.116HA

A partir de la necesidad de garantizar que durante la realización de las obras no se produzcan daños graves a los ecosistemas, se establece que:

> "La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas" Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:
>
> I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
> II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;

III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y
IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas."

En este caso no existen sitios con una vulnerabilidad y fragilidad relevantes, y por contrario toda la trayectoria del proyecto se encuentra con signos de deterioro evidentes, y se realizara exclusivamente sobre el derecho de vía de un camino de terracería ya impactado. Aunado a lo anterior durante todas las etapas del proyecto no se han de liberar sustancias que puedan ser tóxicas, persistentes y bioacumulables, ni existen cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; ni se hará ninguna actividad dentro de Áreas Naturales Protegidas.

De esta forma, será necesario que la empresa constructora recurra a presentar una fianza de protección ambiental; con este instrumento se dará cumplimiento a las demandas de protección a la fauna además de garantizar las medidas de protección y compensación a la vegetación eliminada, establecida por la CONAFOR y la Ley para el Desarrollo Sustentable Forestal y demás ordenamientos jurídicos, para este tipo de actividades.

A continuación, se pretendió obtener los costos de acuerdo con antecedentes encontrados en la literatura y documentos similares y en los casos que fueran viables, se elaboró un presupuesto desglosado, por lo que se obtuvieron costos de acuerdo con elaboración propia y fuentes externas.

IV.10 Pronósticos ambientales y en su caso, Evaluación de Alternativas

Se realizará un análisis multifactorial el cual nos permita proyectar los posibles escenarios futuros dentro de la Región Ecológica y área del proyecto, considerando las conficiones ambientales y rurales observadas para el proyecto. Asimismo, se considerarán los efectos ambientales y sociales positivos y negativos que se pueden derivar con y sin la aplicación eficiente de las medidas de prevención, mitigación y compensación expuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular.
Para poder realizar un pronóstico ambiental, es necesario contar con indicadores cuantitativos que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la implementación del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.,** donde se ha considerado incluir aquellos que puedan ser representativos, relevantes, medibles y de fácil identificación y seguimiento. Por otra parte, y dado que estos indicadores de impacto varían a lo largo del tiempo, de acuerdo con la etapa en que se encuentra, se presentan para cada fase del proyecto la factibilidad de su aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando, analizando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, al momento del desarrollo del proyecto.

Los indicadores establecidos para el presente proyecto se describieron anteriormente y a continuación solo se presenta una lista general de estos.

Tabla IV. 53 Indicadores de impacto ambiental establecidos para el proyecto.

Factor ambiental atendido	Indicador de impacto ambiental
Geomorfología, relieve e Inestabilidad.	Superficie afectada de la geomorfología.
Vegetación y Hábitat.	Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.
	Volumen de vegetación triturada y reincorporada al suelo como sustrato.
	Número de organismos arbóreos propagados.
	Supervivencia de organismos arbóreos sembrados.
	Superficie rehabilitada con vegetación local.

Factor ambiental atendido	Indicador de impacto ambiental
Fauna.	Número de organismos reubicados
	Número de madrigueras o nidos rescatados y reubicados.
	Número de cursos de educación y capacitación ambiental.
Suelo.	Volumen de suelo almacenado y reutilizado.
Hidrología Superficial.	Número de eventos que modificaron la calidad del agua superficial.
	Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces.
Seguridad en el transporte.	Número de accidentes ocurridos en el proyecto y lugar de incidencia.
Seguridad e higiene en el trabajo.	Número de accidentes laborales por actividad.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Una vez determinados los índices con los cuales se les dará seguimiento a los impactos ambientales y con base en la caracterización inicial del sitio del proyecto, se deberán establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas, así como fomentar la capacitación ambiental a todos los trabajadores de la promovente, para que este proyecto sea concebido como un ejemplo a seguir y evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a los componentes bióticos y los físicos, destacando el suelo y el relieve, ya que estos factores ambientales son los que probablemente puedan sufrir las principales afectaciones, por el incremento de usos de estos.

IV.11. Metodología para modelar los escenarios ambientales

Con base en la caracterización ambiental realizada para el proyecto (capítulo III) y mediante la metodología de impacto cruzado KSIM, se realizará el pronóstico en tres posibles escenarios: sin proyecto, con proyecto y con proyecto e implementando medidas preventivas, mitigantes y compensatorias para el Área del proyecto delimitado.

El método de impacto cruzado es un enfoque analítico de las probabilidades de un acontecimiento en un conjunto pronosticado. Estas probabilidades pueden ajustarse en virtud de las opiniones respecto de las interacciones potenciales entre los acontecimientos pronosticados.
Para la modelación del escenario ambiental con el Proyecto y sin medidas de mitigación del área del proyecto, se consideró la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y elementos del desarrollo del Proyecto presentados en el capítulo II, para el cual se tomó como referencia la RE descrita en el capítulo II, así como los impactos reevaluados que se pueden generar con las actividades de preparación del sitio, construcción y operación en el área del Proyecto.

Para implementar el método KSIM:

1. Se selecciona un juego de variables ambientales, identificadas previamente en la evaluación de impacto ambiental. Cabe mencionar que esta selección no es restrictiva, ya que el modelo permite adicionar o eliminar variables sin complicación alguna; haciendo la aclaración de que el número máximo de variables es 10, pero lo recomendable es utilizar un menor número, dado que posiblemente el modelo puede incluir algunas interacciones que no repercutan de manera importante en la modelación y por el contrario pueden enmascarar la simulación deseada. En el presente trabajo se analizarán 5 factores ambientales donde se incluyen el total de los atributos ambientales evaluados para él proyecto.
2. El equipo evaluador normaliza las variables seleccionadas asignando valores de calidad ambiental inicial, cuyo intervalo es de 0 a 1, sin incluir estos valores. Cabe destacar que, para la asignación de los valores de calidad ambiental, se fundamenta sobre el trabajo de campo realizado y la ponderación con criterios locales y a partir de las condiciones naturales actuales de la variable a modelar, donde se consideran todos los atributos de cada factor ambiental y se conjunta en uno solo, lo cual representa la línea de base del escenario que ha de recibir toda la infraestructura proyectada.
3. Se construye la matriz de impactos cruzados, donde se listan cada una de las variables seleccionadas dos veces, una vez en el encabezado y renglón, de manera ordenada. La entrada a la matriz es a partir de la interacción que ejerce la columna sobre el primer renglón respectivo y así sucesivamente. La ponderación de las interacciones puede ser cero, cuando es ausente. En este caso se considera el intervalo de -1 a +1, incluyendo fracciones de 1/10, así como las interacciones positivas o negativas. Con los criterios de interacción baja (0.1, 0.2 y 0.3); interacción media: (0.4, 0.5 y 0.6) e interacción alta (0.7, 0.8 y 0.9). La matriz de impactos cruzados utilizada se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV. 54 Formato matriz de impactos cruzados.

Variable	Geomorfología.	Hidrología.	Edafología	Vegetación	Fauna	Hábitat.	Economía.
Geomorfología.							
Hidrología.							
Edafología							
Vegetación							
Fauna							
Hábitat							
Economía.							

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

4. Posteriormente se inicia la simulación de los escenarios ambientales, al correr el modelo, cuyo resultado es un gráfico con los valores para cada variable periodo tras periodo. Los resultados obtenidos y el gráfico permiten al grupo interdisciplinario realizar el análisis del comportamiento de las variables y su incorporación e integración dentro del sistema a simular. Si el modelo obtenido no resulta satisfactorio, lo cual puede ser resultado de una sobre o subvaloración de las interacciones, definidas de acuerdo con las tendencias lógicas o predecibles del recurso, se procede a modificar los valores de la interacción de la matriz y se corre nuevamente, hasta encontrar aquella simulación que permite predecir el comportamiento de la RE y del área del proyecto de una manera más cercana a la realidad.
5. Una vez obtenidos los valores para cada variable ambiental al término de los primeros 5 años, se utilizan los resultados obtenidos para repetir el procedimiento desde el paso 2 y obtener los valores a los 15 y 25 años.
6. Como siguiente paso se procede a evaluar la "brecha ambiental", entre cada uno de los resultados KSIM obtenidos para cada variable, y los valores obtenidos a la modelación "Sin Proyecto", cuya interpretación se traduce como los impactos positivos aportados por el proyecto y las afectaciones adicionales derivadas de la incorporación de la obra. Cabe destacar que las diferencias negativas corresponden a impactos favorables a la RE y los valores positivos reflejan la existencia de afectaciones al entorno.
7. Como siguiente paso se procede a evaluar la "brecha ambiental", entre cada uno de los resultados KSIM obtenidos para cada proyecto, y los valores obtenidos a la modelación "Sin Proyecto", cuya interpretación se traduce como los impactos positivos aportados por el proyecto y las afectaciones adicionales derivadas de la incorporación de este. Cabe destacar que las diferencias negativas corresponden a impactos favorables a la RE y los valores positivos reflejan la existencia de afectaciones al entorno.
8. Cada uno de los valores obtenidos en las respectivas modelaciones para cada obra, se utiliza para realizar el gráfico en la hoja de cálculo Excel, diseñando en forma de líneas y posteriormente de "barras horizontales", para que sea más objetiva y evidente el comportamiento neto de la "brecha ambiental" del sistema para cada uno de los proyectos en cada intervalo de tiempo, es decir 5,15 y 25 años; se obtiene, de esta forma, en el extremo izquierdo las aportaciones benéficas sobre la calidad ambiental de los factores modelados, y del lado derecho los impactos negativos de cada factor, aportando una visión clara de lo que pasaría durante el conjunto de interacciones actividades-factores ambientales, a lo largo de cada intervalo de tiempo señalado, ya que se expresaran en forma numérica las diferencias entre la longitud de las barras de cada factor analizado.

Tabla IV. 55 Descripción de los valores en la brecha ambiental

Tipo de modificación	Brecha ambiental Milésimas	Brecha ambiental %	Interpretación
Decisiva o definitiva	Más de 100	10	Son aquellas valoraciones, positivas o negativas, que muestran los impactos estratégicos o prioritarios, e indican que las modificaciones sobre el atributo tienen un efecto muy importante, donde su tendencia y calidad ambiental, se aleja de manera significativa del estadio que pudiera haber tenido de acuerdo con el comportamiento de sus condiciones naturales y relaciones inherentes. En el momento de encontrar este tipo de modificaciones con un carácter negativo, es imprescindible aplicar las medidas correctivas necesarias.
Moderada	50 a 90	5-9	Son aquellas valoraciones, positivas o negativas, que indican la existencia de modificaciones parciales sobre el atributo, su tendencia y calidad ambiental y sus efectos son controlables. En esta situación se pueden reorientar sus tendencias, ya sea consolidando sus efectos benéficos o revirtiendo las alteraciones negativas sobre sus atributos.
Baja o Incipiente	Menor de 50	Menor al 5	Son valoraciones, positivas o negativas, que indican que las alteraciones sobre el atributo tienen un efecto marginal, de tal manera que su tendencia y calidad ambiental, tienen una gran similitud con la evolución de sus características o atributos naturales, donde las actuaciones del proyecto evaluado no producen modificaciones sustanciales del factor ambiental. En esta situación resulta poco recomendable invertir en acciones o medidas de mitigación encaminadas a la atenuación de las afectaciones ambientales.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

VII.2. Diagnostico Ambiental para la Modelación de Escenarios

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para diagnosticar el estado que actualmente guarda la calidad ambiental de la Región Ecológica del trazo del proyecto. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

VII.2.1. Medio Abiótico

VII.2.1.1. Aire

La calidad del aire es de gran importancia ya que durante las etapas del proyecto se generarán emisiones a la atmósfera por actividades como el movimiento de tierras por despalme, excavaciones, rellenos, nivelaciones, paso de vehículos o maquinaria y equipo, incrementando y dispersando las partículas y polvo que reducirán la calidad del aire y modificarán el paisaje generando reducción de la visibilidad y efectos negativos sobre cubiertas de vegetación o molestia en la población que transite o forme parte del Área de Influencia.
En la siguiente tabla se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde uno (1) corresponde a una calidad muy baja y nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.
Los criterios de evaluación considerados como referentes son los siguientes:

- **Emisiones de gases**: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2015 que *establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible* y enfocado a la zona de estudio.
- **Emisión de polvos**: Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaría al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural. El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

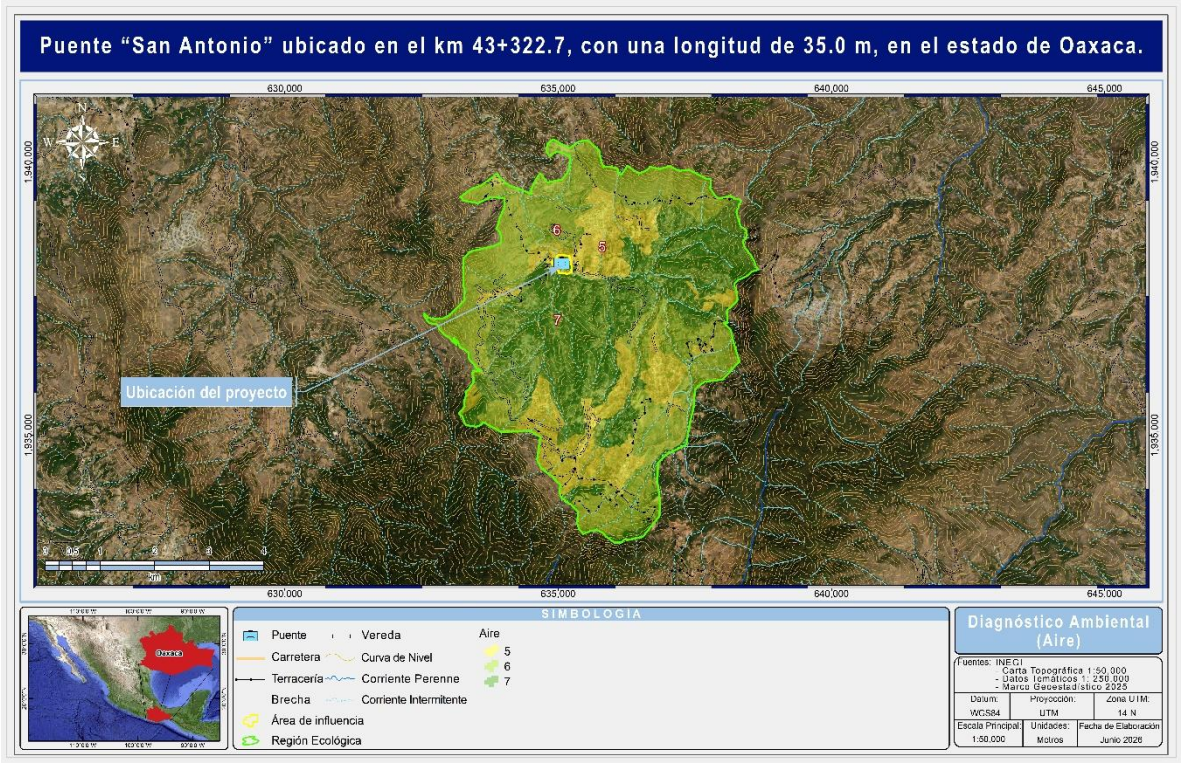
Tabla IV. 56 Descripción de los valores de ponderación para el componente Atmosférico

Escala de evaluación	Valor	Emisión de gases	Emisión de polvos
Degradado.	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes.	Nula visibilidad.
Muy mala.	2	Emisión de gases por más de 12 horas continúas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas.	Poca visibilidad la mayor parte del tiempo.
Mala.	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas	Poca visibilidad en horarios pico
Moderada.	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día.
Regular/modificado.	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales).
Aceptable/modificado.	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio.	Hay liberación de partículas en varios puntos.

Escala de evaluación	Valor	Emisión de gases	Emisión de polvos
Buena.	7	Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto.	Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje.
Muy buena.	8	Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica.	Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje.
Sin perturbación.	9	Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica.	Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen IV. 1 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente Atmosférico).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con base en el mapa anterior, en 39.13% de la Región Ecológica domina la calidad de aire buena, con emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto, especialmente en la zona central en zonas de vegetación secundaria de bosque de encino. Asimismo, en 38.96% del SA, al noroeste y sureste, donde se identifica pastizal inducido, existe calidad de aire aceptable/modificado con emisiones bajas de vehículos, así como liberación de partículas en determinados puntos. Finalmente, en 21.91% es regular/modificada con emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas y corresponde a las zonas con agricultura de temporal. Asimismo, presentan emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.

Respecto al Área de Influencia del Proyecto, el 52.41% tiene buena calidad del aire y corresponde a la zona central del puente y 47.59% se considera regular/modificado con emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.

Tabla IV. 57 Calidad del aire existente en la RE y el AIP.

Factor Aire	Área (Ha)	Porcentaje (%)
	RE	
5. Regular/Modificado	572.34	21.91
6. Aceptable/modificado	1017.78	38.96
7. Buena	1022.32	39.13
Total	**2612.44**	**100**
	AIP	
5. Regular/Modificado	4.35	47.59
7. Buena	4.79	52.41
Total	**9.14**	**100**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

VII.2.1.2. Suelo

En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, siempre es unos de los más impactados, ya que su calidad se ve comprometida. Por lo anterior, se considera que este elemento es un buen indicador para modelar los escenarios.
El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

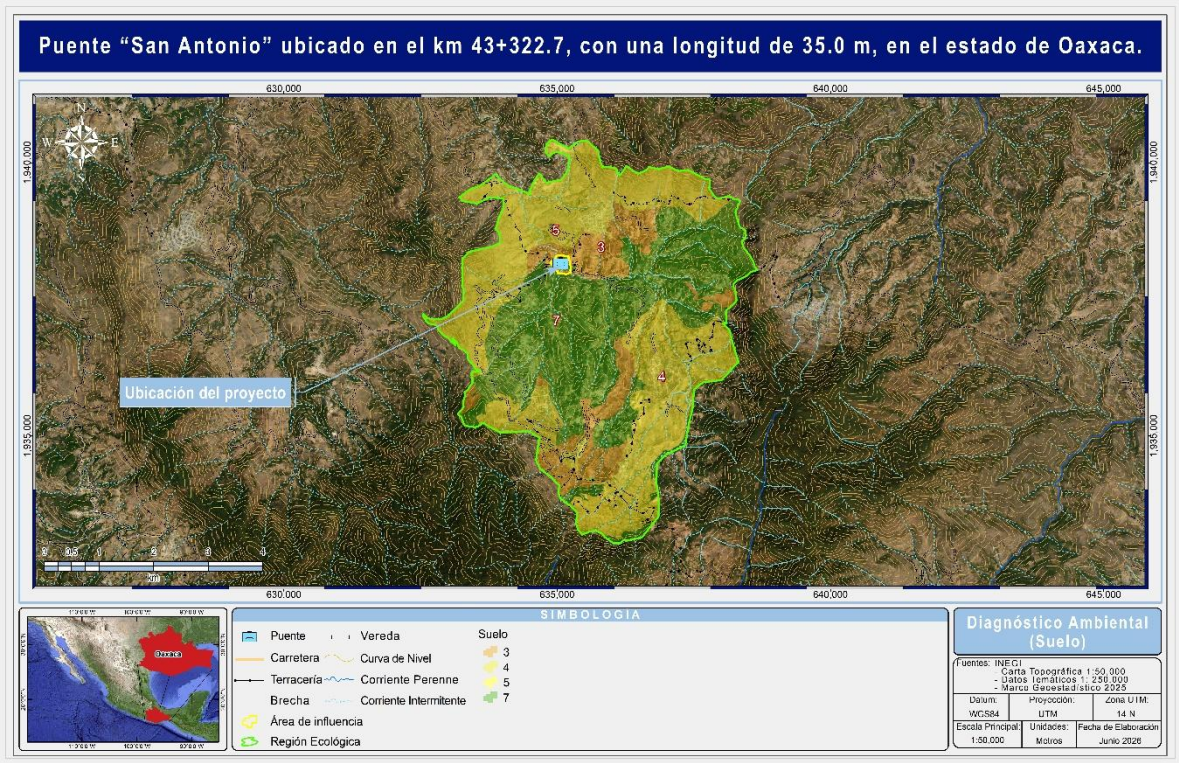
Tabla IV. 58 Descripción de los valores de ponderación para el componente suelo.

Escala De Evaluación	Valor	Erosión
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica.
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está

Escala De Evaluación	Valor	Erosión
		expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión
Sin perturbación	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen IV. 2 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente suelo).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El componente suelo presenta en la Región Ecológica cuatro tipos de erosión que se clasifican en nivel de importancia de la siguiente manera: Inicialmente, existe erosión "buena" en 39.13% distribuido en la zona central y más conservada del polígono; "Regular/modificado" en 38.96% al noroeste; "mala" al centro en zonas menos conservadas con un porcentaje de 13.01% y "moderada" al sureste con un porcentaje de 8.90%. Este diagnóstico es debido a la presencia de áreas con cobertura vegetal arbustiva o sitios expuestos en dónde se aprecia mucha o muy poca pérdida de suelo generado por efectos antrópicos, del agua o el aire.

En el Área del Proyecto y su zona de influencia, la erosión que prevalece es "buena" en 52.41% y corresponde a áreas con cobertura vegetal secundaria de bosque de encino en dónde se aprecia poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire donde el suelo mineral no está expuesto y se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación. Al centro del AI, existe erosión "mala" o severa en 47.59% caracterizado por pastizal inducido y áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos.

Tabla IV. 59 Erosión existente en la RE y el AIP.

Factor Suelo	Área (Ha)	Porcentaje (%)
RE		
3. Mala	339.91	13.01
4. Moderada	232.43	8.90
5. Regular/modificado	1017.78	38.96
7. Buena	1022.32	39.13
Total	**2612.44**	**100**
AIP		
3. Mala	4.35	47.59
7. Buena	4.79	52.41
Total	**9.14**	**100**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

VII.2.1.3. Hidrología

Capacidad de infiltración: la evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como: entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación y azolvamiento.

El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

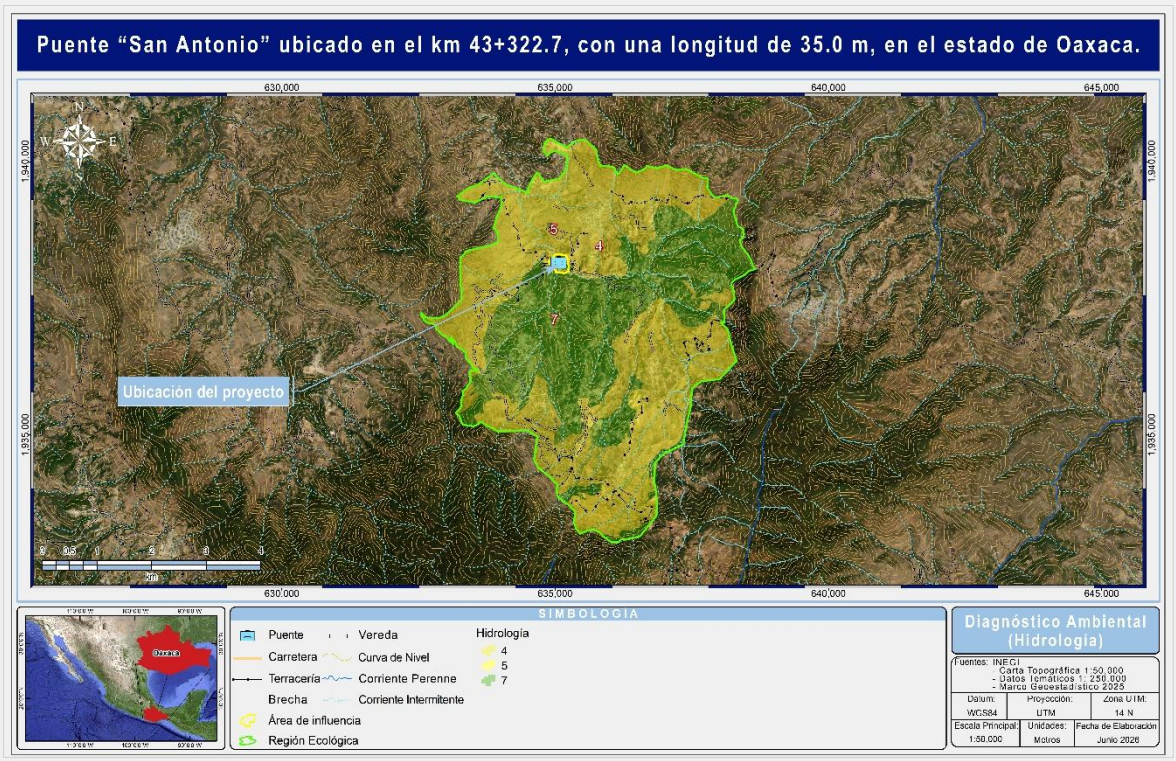
Tabla IV. 60 Descripción de los valores de ponderación para el componente hidrología.

Escala de evaluación	Valor	Capacidad de infiltración
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención
Regular/modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal
Aceptable/modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación

Escala de evaluación	Valor	Capacidad de infiltración
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen IV. 3 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente Hidrología).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En la RE existe presencia de tres usos de suelo: Agricultura de temporal anual, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y pastizal inducido, lo cual es indicativo de la diversidad que prevalece en el área. Estos usos de suelo determinan la capacidad de infiltración, restringiendo o apoyando la entrada de agua al suelo y favoreciendo o deteriorando su salud. En las zonas donde existe mayor presencia de actividades antrópicas y asentamientos humanos, es decir, en 21.91% De la RE, existe infiltración moderada que se caracteriza por tener infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente, pérdida de la infiltración por escorrentía y poca capacidad de retención. Asimismo, en áreas donde hay impacto antrópico con presencia de pastizal, se identifica una capacidad de infiltración regular/modificado en 38.96%, es decir, se encuentra limitado por el horizonte de suelo existente, teniendo pérdida de la infiltración por evaporación y poca capacidad de retención.

Por otro lado, en 39.13% se considera que existe una infiltración "buena", que mejora dado que algunos poros se encuentran saturados con agua, esto es, la infiltración se hace en función de la permeabilidad de los estratos inferiores por lo que la retención de agua es suficiente para la vegetación y otros procesos.
Particularmente en el Área de Influencia del Proyecto predomina en 52.41% la infiltración "buena" que se reconoce, está presente en los sitios aledaños al puente donde se considera la presencia de vegetación secundaria de bosque de encino, seguida de 47.59% de capacidad de infiltración "moderada" en la zona del cauce que ha sido impactado por actividad antrópica y donde se identificó pastizal inducido.

Tabla IV. 61 Capacidad de Infiltración existente en la RE y el AIP.

Factor Hidrológico	Área (Ha)	Porcentaje (%)
	RE	
4. Moderada	572.34	21.91
5. Regular/modificado	1017.78	38.96
7. Buena	1022.32	39.13
Total	**2612.44**	**100**
	AIP	
4. Moderada	4.35	47.59
7. Buena	4.79	52.41
Total	**9.14**	**100**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

VII.2.1.4. Geomorfología

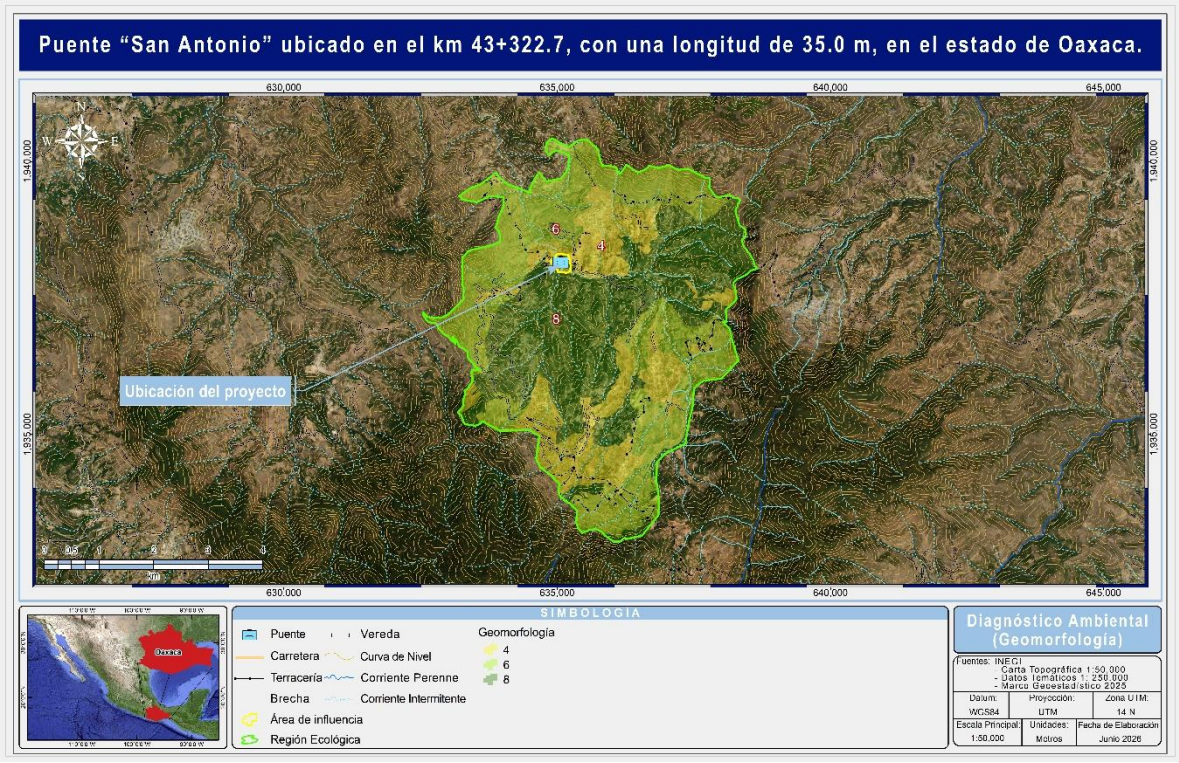
***Intemperismo del material parental*:** este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la alteración o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil. Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

Tabla IV. 62 Ponderación de la geomorfología.

Escala de evaluación	Valor	Intemperismo de la roca
Degradado	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano
Muy mala	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales
Mala	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales
Moderada	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca
Regular/modificado	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo
Aceptable/modificado	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca
Buena	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias
Muy buena	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental
Sin perturbación	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen IV. 4 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente Geomorfología).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

De acuerdo con el diagnóstico, la RE cuenta con tres tipos de intemperismo destacando "Muy buena" en 39.13% y aceptable/modificado en 38.96%.
En el primero, las zonas con un grado de perturbación se identifican como "formación de suelo" y presenta algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental. Respecto al segundo considerado como "fuertemente intemperizado", refiere a roca parcialmente transformada en suelo.
Con menor porcentaje se identificó "ligeramente intemperizado" en 21.91% que representa un incremento en la en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, así como pérdida de cohesión en la roca, es decir, con aumento de la porosidad y permeabilidad secundaria; también se presentan cambios superficiales de coloración por la acción de agentes físicos, químicos y biológicos (ISRM, 1981).

El Área de Influencia del proyecto presenta dos tipos de intemperismo, correspondientes en 52.41% a "muy buena", es decir, algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental. Asimismo, 47.59% corresponde a intemperismo "moderado" debido al aumento en la densidad de fracturamiento.

Tabla IV. 63 Ponderación de la geomorfología.

Factor Geomorfológico	Área (Ha)	Porcentaje (%)
RE		
4. Moderada	572.34	21.91
6. Aceptable/modificado	1017.78	38.96
8. Muy buena	1022.32	39.13
Total	**2612.44**	**100**
AIP		
4. Moderada	4.35	47.59
8. Muy buena	4.79	52.41
Total	**9.14**	**100**

VII.2.3 Medio Biótico

VII.2.3.1. Vegetación

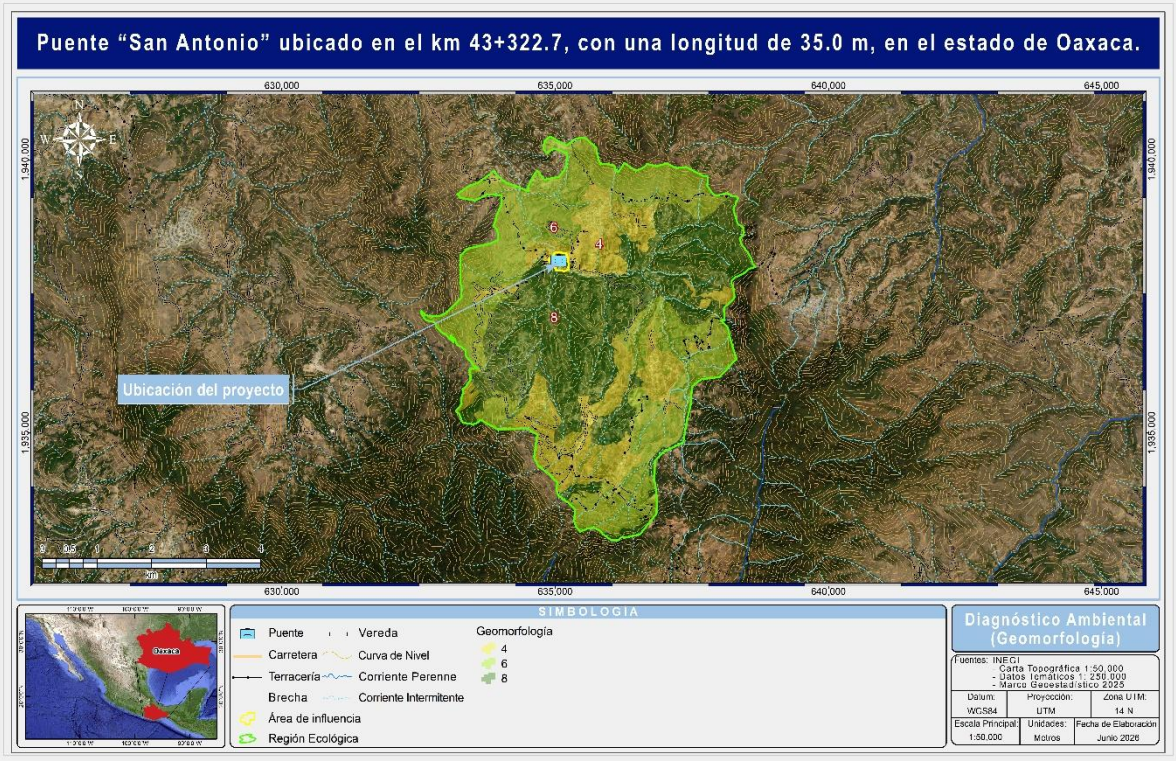
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

Tabla IV. 64 Descripción de los valores de ponderación para el componente vegetación.

Escala de evaluación	Escala	% de cobertura vegetal en el polígono
Degradado	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono
Bajo estado conservación	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de localidades, caminos o carreteras.
Regular/modificado	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica
Buena	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen IV. 5 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente Vegetación).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Acorde con el capítulo III, dentro de la RE existe presencia de cinco tres de usos de suelo: Agricultura de temporal anual, pastizal inducido y vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino. Acorde con el diagnóstico ambiental, en la RE se identifican tres tipos de cobertura vegetal: degradado en 21.91%, bajo estado de conservación en 38.96% y buena en 39.13%.

La zona con mayor degradación corresponde a las zonas cuyas actividades antrópicas han generado cambios de uso de suelo, como es el caso de la agricultura de temporal anual. De manera contraria, la zona con una buena evaluación es la región más conservada de la RE.

Respecto al Área de Influencia, se identifica que 47.59% se considera degradado, es decir, es una zona con pérdida de vegetación relevante e inducida que de continuar con acciones antrópicas donde no integren medidas preventivas y mitigantes podrán eliminar por completo la cobertura vegetal existente. Finalmente, 52.41% se considera cobertura vegetal buena donde la vegetación no presenta altas perturbaciones.

Tabla IV. 65 Ponderación de la Vegetación.

Factor vegetación	Área (ha)	Porcentaje (%)
RE		
1. Degradado	572.34	21.91
3. Bajo estado de conservación	1017.78	38.96
7. Buena	1022.32	39.13
Total	**2612.44**	**100**
AIP		
1. Degradado	4.35	47.59
7. Buena	4.79	52.41
Total	**9.14**	**100**

VII.2.3.2. Fauna

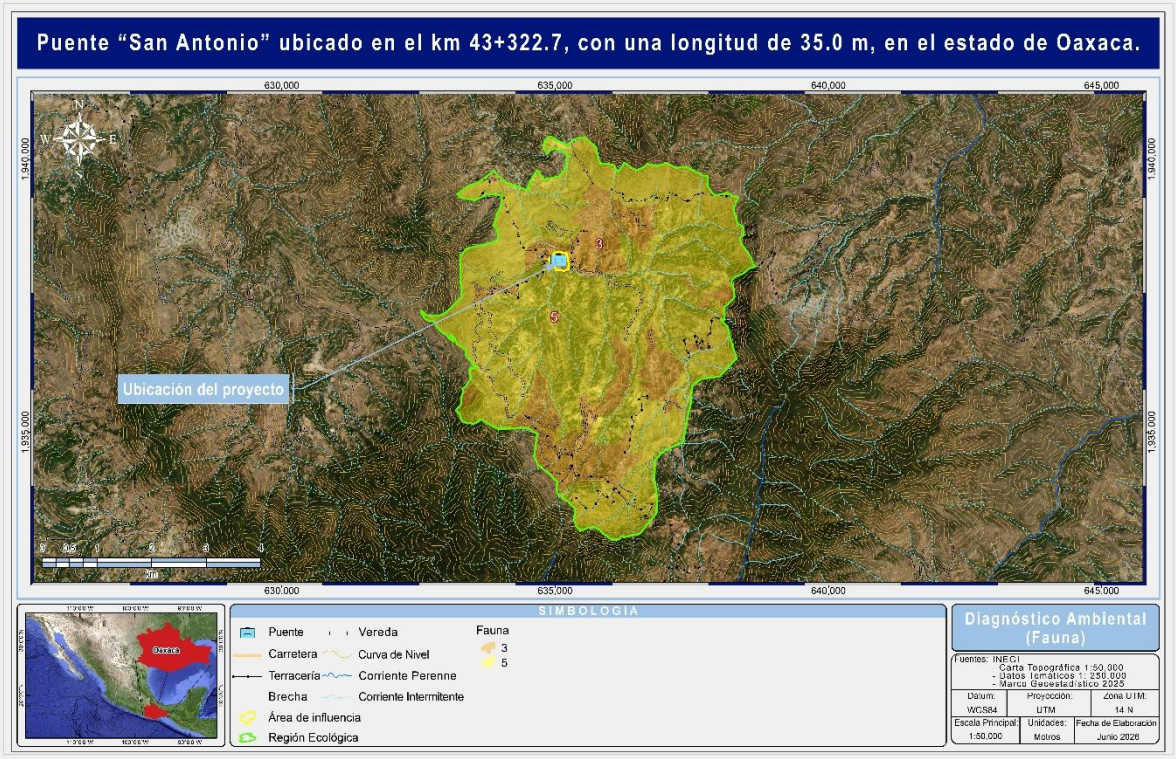
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomó en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Asimismo, se sabe que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

Tabla IV. 66 Descripción de los valores de ponderación para el componente fauna.

Escalas de evaluación	Valor	Índice de shannon
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen IV. 6 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente Fauna).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El mapa anterior muestra la diversidad de la fauna en la RE, donde se identifican dos tipos. La que destaca en 78.09% corresponde a moderada, seguida de mala diversidad en 21.91%. Estos cambios se dan principalmente por la transformación, pérdida y deterioro de los hábitats, lo que a su vez afecta en procesos fundamentales que cumple la fauna en los ecosistemas. En las orillas del polígono es donde disminuye la diversidad de fauna silvestre.

Respecto al AIP al ser una zona impactada, tiene en su mayoría (52.41%) diversidad moderada y en 47.59% mala. Esta pérdida de diversidad se ha dado por la presión económica y demanda de recursos, así como el aumento de actividades agrícolas y ganaderas de los últimos años.

Tabla IV. 67 Ponderación de la Fauna.

Factor fauna	Área (ha)	Porcentaje (%)
	RE	
3. Mala	572.34	21.91
5. Moderada	2040.1	78.09
Total	**2612.44**	**100**
	AIP	
3. Mala	4.35	47.59
5. Moderada	4.79	52.41
Total	**9.14**	**100**

VII.2.4. Medio Socioeconómico

VII.2.4.1. Antropización

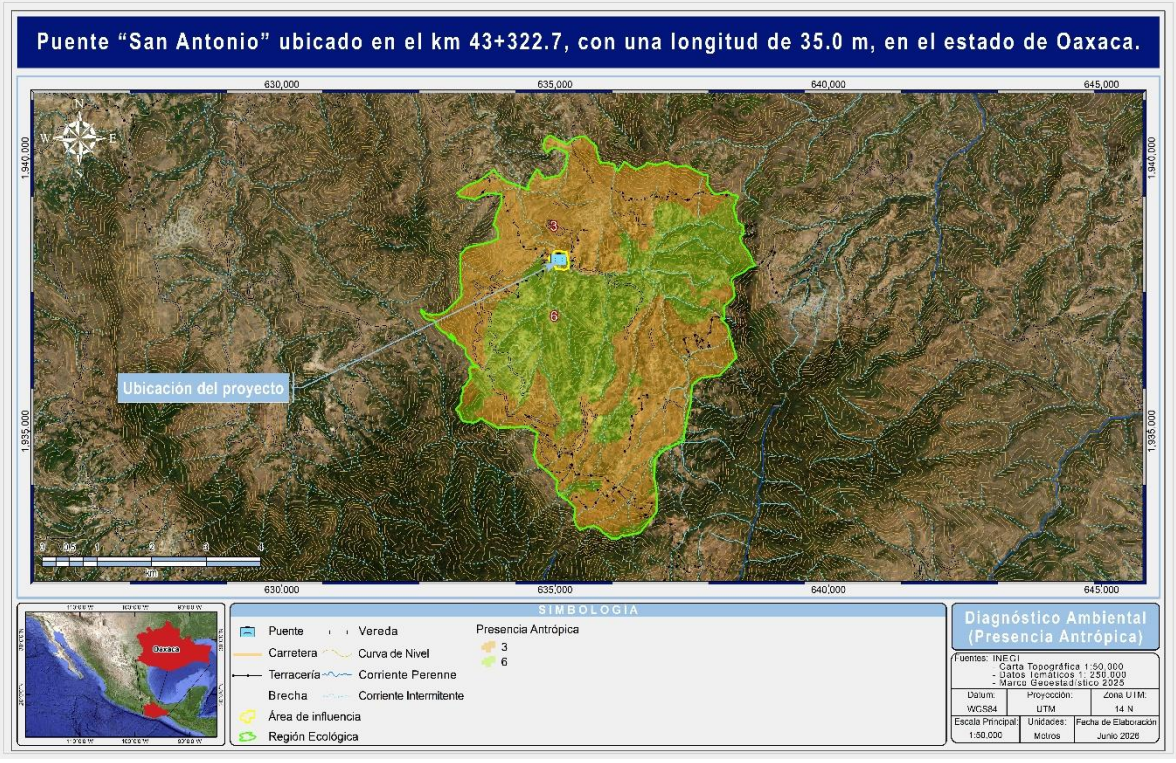
Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas de bosque de pino-encino en la zona, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a las comunidades sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos. Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, Localidades rurales y Localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

Tabla IV. 68 Descripción de los valores de ponderación para el componente socioeconómico

Rangos Escala de Evaluación	Valor	Vialidades Por tipo de vialidad	Asentamientos humanos Presencia de localidades urbanas y/o rurales
Sin perturbación	9	Cuando no existen vías de comunicación	Sin presencia de asentamientos humanos
Buena	6	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 habitantes)
Moderada	3	Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2500 habitantes)
Aceptable/modificado	1	Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen IV. 7 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica (componente socioeconómico).



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

La antropización encontrada dentro de la RE refiere mayormente a la presencia de asentamientos humanos de tipo rural. En este sentido, la mayor superficie de la Región Ecológica (60.87%) presenta calidad moderada dado que la presencia antrópica es de tipo urbano, con terracería, brechas y veredas. Asimismo, en 39.13% se considera calidad buena donde existen asentamientos rurales más dispersos y se identifican vías de comunicación de segundo orden y predominan carreteras.

En lo referente al Área de Influencia, 52.41% se considera con una buena calidad dado que, aunque existe presencia de asentamientos humanos, son con menos de 2,500 habitantes y se consideran de tipo rural. Asimismo, en 47.59% la calidad es moderada dado que predominan vías de comunicación de segundo orden, brechas y veredas, con asentamientos humanos reducidos.

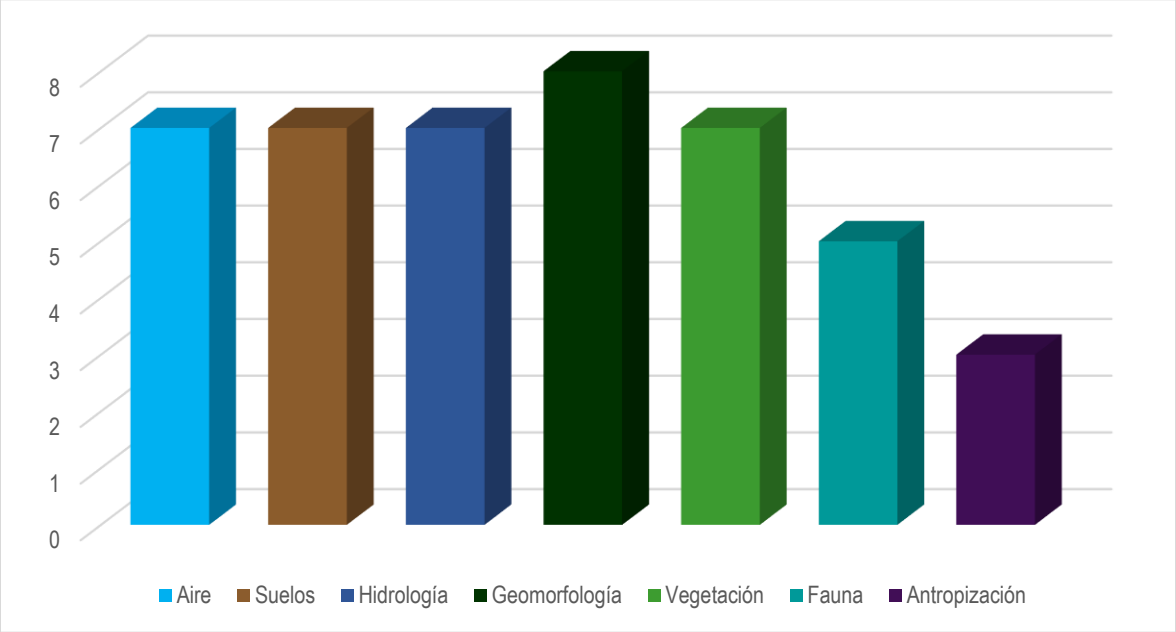
Tabla IV. 69 Ponderación de la presencia Antrópica.

Factor Antrópico	Área (Ha)	Porcentaje (%)
	RE	
3. Moderada	1590.12	60.87
6. Buena	1022.32	39.13
Total	**2612.44**	**100**
	AIP	
3. Moderada	4.35	47.59
6. Buena	4.79	52.41
Total	**9.14**	**100**

VII.2.4.2. Diagnostico General de la Calidad Ambiental.

Una vez analizadas las condiciones actuales de la RE y zona del proyecto se obtuvieron las siguientes ponderaciones para cada uno de los factores diagnosticados:

Gráfica IV. 12 Ponderación de los factores analizados por elementos.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Ahora bien, mediante una escala clasificada en 3 rangos se obtiene la calidad ambiental de la RE. Los rangos oscilan entre:

Tabla IV. 70 Ponderación de la calidad ambiental.

Rango	Calidad	Simbología
0-2	Mala	
3-6	Regular	
7-9	Buena	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla IV. 71 Calidad ambiental de los elementos de la RE.

Elementos	Diagnóstico	Calidad
Aire	7	Buena
Suelos	7	Buena
Hidrología	7	Buena
Geomorfología	8	Buena
Vegetación	7	Buena
Fauna	5	Regular
Antropización	3	Regular

De esta manera, los valores diagnosticados por elemento se encuentran entre 3 y 7, por lo que, se concluye que la RE presenta una **calidad ambiental buena**, lo cual es congruente con lo obtenido en el análisis de sensibilidad y la caracterización de la línea base.

VII.3. Descripción y Análisis de Escenarios

VII.3.1. Descripción del escenario actual

En función de establecer los elementos ambientales críticos y los procesos relevantes de la RE, dentro de su ponderación se habrán de considerar aquellos factores donde la interacción e influencia tenga efectos notorios y evaluables derivados de la ejecución de las actividades del proyecto. Por lo anterior los factores a ponderar y analizar bajo esta metodología se agrupan en los factores: Geomorfología, Hidrología, Edafología, Vegetación y Fauna y Economía. En la siguiente tabla se muestra de manera cuantitativa el escenario predictivo sin la construcción del proyecto.
La tabla siguiente muestra los atributos ambientales considerados y los valores iniciales de la calidad ambiental del sistema a modelar, con una perspectiva regional que sintetiza los atributos de la Región Ecológica.

Tabla IV. 72 Ponderación inicial de la calidad ambiental para la modelación KSIM de la RE

Variable.	Calidad ambiental	Descripción
Geomorfología.	**0.8**	El trazo del Proyecto se asienta en su totalidad sobre la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur y en la subprovincia Mixteca alta. El sistema de topoformas corresponde a Sierra alta compleja y lomerío con cañadas.
Hidrología.	**0.7**	El proyecto y la RE pertenecen a la Región Hidrológica Número 18 Balsas, que se localiza se localiza entre los paralelos 17°13´ y 20°04´ de latitud Norte y los meridianos 97°25´ y 103°20´ de longitud Oeste; tiene una extensión territorial de 116,098 km^2. Asimismo, pertenece a la cuenca RH18A Río Balsas.
Edafología	**0.7**	Las unidades edáficas se encuentran en función de la topografía, geología, vegetación, clima, tipo de arcilla, el tiempo, los organismos y las propiedades de los suelos. Dentro de la RE se identifica el tipo de suelo leptosol eútrico, considerado delgado, pedregoso y rico en nutrientes. Adecuado para pastoreo y silvicultura.
Vegetación	**0.7**	Con base a los datos recopilados en campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VII escala 1: 250,000, se determinó que el tipo de y uso de suelo y vegetación que presenta la Región Ecológica es de: ✧ Agricultura de Temporal Anual ✧ Pastizal inducido ✧ Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
Fauna	**0.5**	Se registraron seis especies de fauna silvestre (12 individuos de aves y no se identificaron reptiles, mamíferos o ictiofauna). Las aves observadas ya se han acostumbrado a la actividad antropogénica y al ver peligro se resguardan. Por lo tanto, la presencia de fauna silvestre en el sitio del proyecto es media con respecto a las zonas conservadas.
Vegetación.	**0.3**	En su mayoría, las unidades presentes son aptas para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje, como es el caso del proyecto, ya que éste se encuentra en un camino con erosión moderada, teniendo clara evidencia de remoción del horizonte superficial. Es decir, que el trazo del proyecto se puede calificar como compatible, esto al presentar una moderada capacidad de acogida ecológica.
Economía.	**0.3**	De acuerdo con el Censo Económico 2019, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en el municipio de San Antonino Monteverde son el trabajo en cultivo de maíz y frijol u otras actividades agrícolas, empleo para ventas y comercio.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Para plantear el escenario actual es importante señalar que el área del proyecto y su Región Ecológica (RE) lo ocupan atributos ambientales que han sido modificados a lo largo del tiempo debido a factores naturales y antrópicos, que han acelerado los procesos erosivos naturales de determinadas zonas, generado degradación de recursos naturales en bajas proporciones.

Como ya se ha hecho referencia, la tendencia es hacia un continuo proceso de degradación ambiental y está ligado principalmente a los cambios de uso y cubierta del suelo, resultado de las actividades productivas y de los propios procesos naturales.

Como consecuencia de los cambios en la estructura vegetativa y en la pérdida de suelos ha sido mermada la dinámica natural del ecosistema, sobre todo en la zona del proyecto y su área de influencia directa, haciendo énfasis en el desplazamiento de fauna, erosión del suelo y disminución de la cobertura vegetal.

En la zona del proyecto, el aumento de la superficie de los asentamientos humanos y las actividades agropecuarias son los principales impactos, aspectos que han crecido conforme lo ha hecho la población de los municipios. Considerando la tendencia analizada, se discuten las posibles tendencias futuras a partir de tres momentos, a corto plazo (5 años), mediano plazo (15 años) y largo plazo (25 años), que permite establecer rasgos distintivos y de particular interés ambiental, social y económico.

VII.3.2. Descripción y análisis del escenario tendencial sin proyecto

El siguiente análisis del escenario sin proyecto, se cualifica y cuantifica el estado actual de los sistemas naturales, estimando su comportamiento tendencial de acuerdo con la perspectiva del desarrollo regional y local, la dinámica económica, los planes gubernamentales, la preservación y manejo de los recursos naturales y las consecuencias que para los ecosistemas de la zona tienen las actividades antrópicas y las condiciones naturales de la región.

A partir del modelo predictivo del KSIM, con la tendencia de la calidad ambiental de 5 factores analizados de la Región Ecológica, sin la construcción del puente se proyecta una mínima disminución de la calidad ambiental de la zona, ya que existe una necesidad inminente en cuanto a servicios e infraestructura se refiere y al no contar con veredas o brechas, la presión al medio irá en incremento pues como consecuencia aumentará la degradación del suelo, contaminación, etc. Con la imposibilidad de contar con nuevas vías de comunicación dentro de la región y mejorar sus condiciones, se espera un panorama de mayor tiempo en el recorrido, mayor índice de accidentes, malas condiciones de la terracería, menor calidad en el aire debido al levantamiento de partículas y emisiones a la atmósfera. Además, el crecimiento económico se estancará al no contar con vías eficientes de transporte de productos y servicios. Por su parte la presión y explotación de recursos naturales continuará e incrementará al mismo ritmo del crecimiento poblacional. En la siguiente tabla se muestra de manera cuantitativa el escenario predictivo sin la construcción del proyecto.

Tabla IV. 73 Comportamiento de la Calidad Ambiental de la Región Ecológica, a corto, mediano y largo plazo, sin la construcción del proyecto.

Atributo Del Sistema	Calidad Ambiental 2026 (Actual)	Año De La Modelación Sin Proyecto					
		2031		2041		2051	
		Calidad Ambiental	Brecha Ambiental	Calidad Ambiental	Brecha Ambiental	Calidad Ambiental	Brecha Ambiental
Geomorfología	0.8	0.795	0.005	0.785	0.015	0.775	0.025
Hidrología	0.7	0.688	0.012	0.664	0.036	0.640	0.060
Suelo	0.7	0.691	0.009	0.674	0.026	0.657	0.043
Vegetación	0.7	0.693	0.007	0.680	0.020	0.667	0.033
Economía	0.3	0.306	-0.006	0.319	-0.019	0.332	-0.032

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

La problemática ambiental actual es baja dadas sus condiciones ecológicas (otorgada por la estabilidad natural, las limitantes geomorfológicas, la impredecibilidad climática, la estacionalidad y las condiciones geológicas entre otros) así como la marginación social que en las localidades se considera media. Las políticas de desarrollo económico y la marginación social permiten los procesos productivos del subsistema económico y propician la deforestación.

Con base en lo anterior se realizó la modelación de un escenario a futuro donde no se realice la inserción del proyecto y se obtuvo que la brecha ambiental a corto plazo en 5 años pronostica una degradación ambiental lenta y progresiva, esto en función de la interacción del medio natural con las acciones antrópicas generadas hasta ahora en la zona de la Región Ecológica.

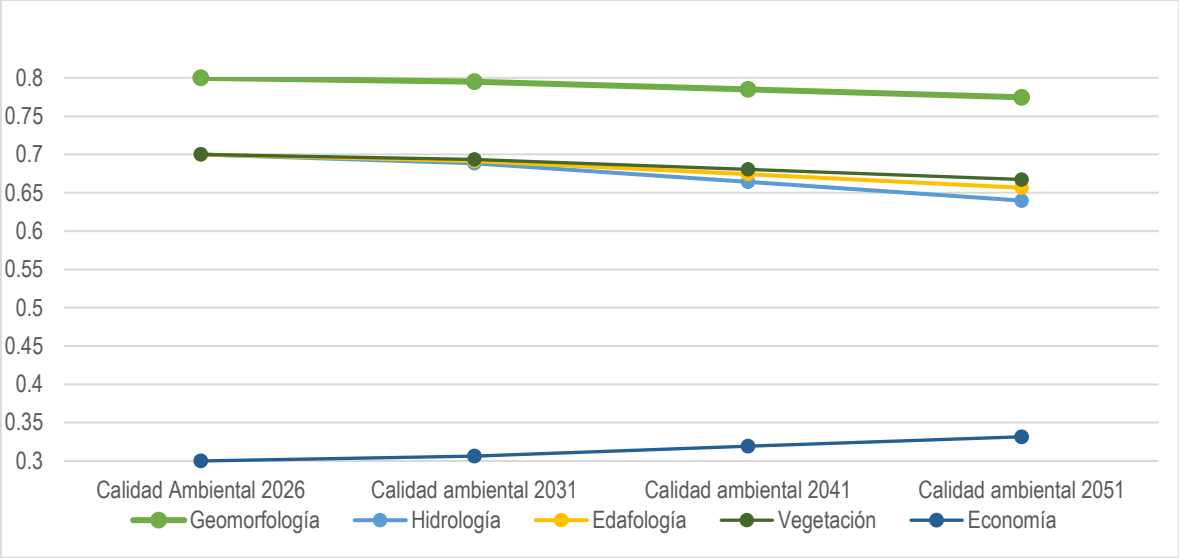
En los primeros 5 años la brecha ambiental presenta rangos de 7 a 9 milésimas, lo cual se traduce como ligeros cambios, de tal manera que su tendencia y calidad ambiental, tienen una gran similitud con la evolución de sus características o atributos naturales y con las presiones antrópicas ejercidas hasta la actualidad.

En los siguientes 15 años, es decir, a mediano plazo se proyecta un escenario a la degradación progresiva del medio, con un crecimiento demográfico, la implantación de un mayor número de actividades productivas y el incremento de la demanda en productos y servicios básicos teniendo como consecuencia las presiones antropogénicas que esto conlleva como son disminución de cobertura natural, erosión del suelo, contaminación de agua y perdida de hábitats naturales para transformarlos en ambientes agrícolas. La brecha ambiental se da entre -19 a 36 milésimas, lo que indica que la existencia de modificaciones parciales sobre los atributos naturales comparado con el corto plazo, como son la hidrología, la edafología, los recursos como la vegetación, serán los más impactados y en menor medida el recurso económico, esto en función de la degradación que existirá en la región y la necesidad de realizar cambios en el uso de suelo.

El escenario a largo plazo (25 años) nos muestra que la brecha ambiental oscilará entre -32 y 60 milésimas, lo que indica que los más afectados serán la hidrología, seguida de la edafología y la geomorfología. Con menor

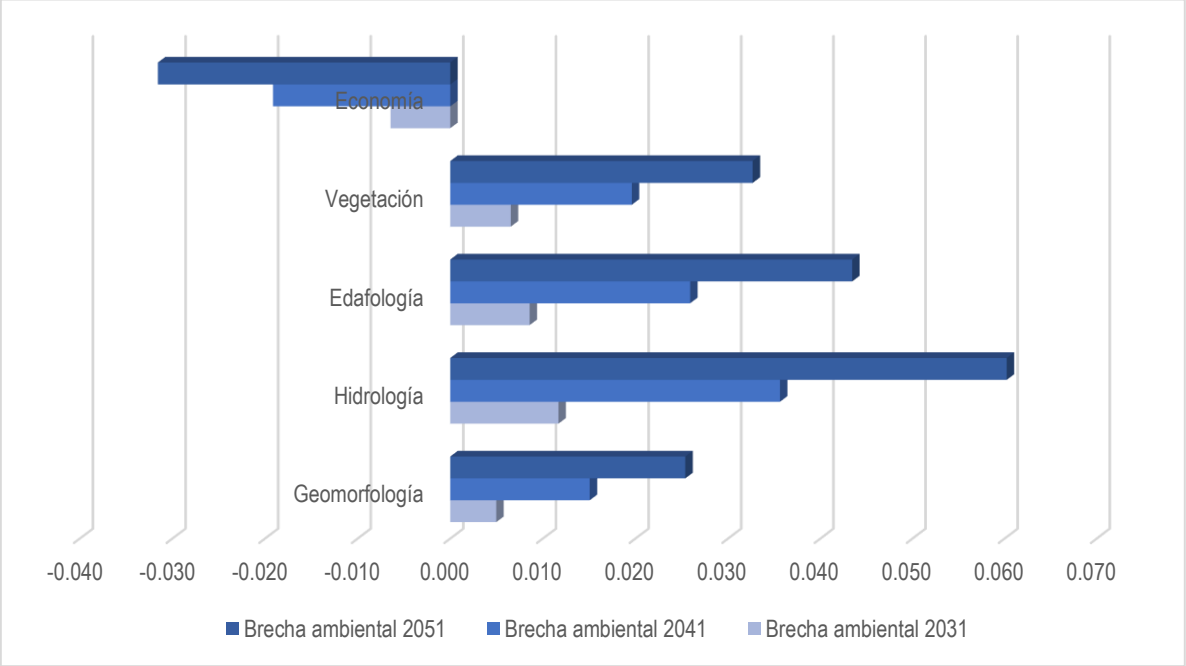
impacto se verá la vegetación. Es de importancia mencionar que las tendencias están en función de las condiciones actuales de la zona y obedecen al comportamiento registrado a la fecha.

Gráfica IV. 13 Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo sin la construcción del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Gráfica IV. 14 Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo sin la construcción del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

De acuerdo con lo que arroja la simulación realizada y como se muestra en las gráficas anteriores, se espera que la tendencia del medio continúe hacia una degradación continua toda vez que en la región se carece de instrumentos normativos actualizados y de educación ambiental para gestionar el cuidado de los recursos, aunado a esto se encuentra la necesidad imperante de producir alimentos y servicios que abastezcan las necesidades de la población que se asienta en las comunidades cercanas.

Sin la inclusión del proyecto, el escenario continuará hacia la degradación de la Región Ecológica, ya que este disminuirá en calidad y cantidad debido a los cambios de uso sumados a los procesos erosivos naturales. Presenta erosión incipiente debido al bajo impacto antrópico que se ha dado a la vegetación existente, no obstante, este puede aumentar conforme se desarrollen más actividades extractivas y de transporte.

En el sitio del proyecto los impactos ambientales causados a la vegetación por actividades humanas son bajos debido a la poca presencia de localidades, caminos y brechas que han impactado y favorecido el estado de conservación de la zona. La disminución de abundancia en mamíferos y aves se debe a la alteración de sus hábitats, se establece que las obras no alterarán la abundancia de las poblaciones debido a que es una zona previamente impactada y con diversidad baja. La fauna se encuentra desplazada hacia las zonas mejor conservadas donde existen mejores garantías de supervivencia, el desplazamiento es ocasionado principalmente por los cambios de uso de suelo y afectaciones a su hábitat natural. En un escenario sin proyecto, es posible esperar un impacto moderado y atenuado con el tiempo dado que en el sitio se llevan a cabo actividades pecuarias y agrícolas, situación que, de acuerdo con el crecimiento demográfico y económico, naturalmente tendría que incrementarse.

Con la imposibilidad de contar con vías de comunicación eficientes dentro de la región, se espera un panorama de menor tiempo en el recorrido a la operación del puente que conecta al camino existente debido a los riesgos que representa transitar o cruzar sobre sitios donde no existen brechas o veredas. Además, el crecimiento económico se estancará al no contar con vías eficientes de transporte de productos y servicios. Por su parte la presión y explotación de recursos naturales continuará e incrementará al mismo ritmo del crecimiento poblacional.

VII.3.3. Descripción y análisis del escenario con proyecto sin ejecutar medidas de mitigación

Para la modelación del escenario ambiental con el Proyecto y sin medidas de mitigación de la RE delimitada para el proyecto, se consideró la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y elementos del desarrollo del Proyecto presentados anteriormente, para el cual se tomó como referencia la RE descrita en el, así como los impactos ambientales que se pueden generar con las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto.
En la siguiente tabla se muestra de manera cuantitativa el escenario predictivo con la construcción del puente, pero sin ejecutar medidas de mitigación.

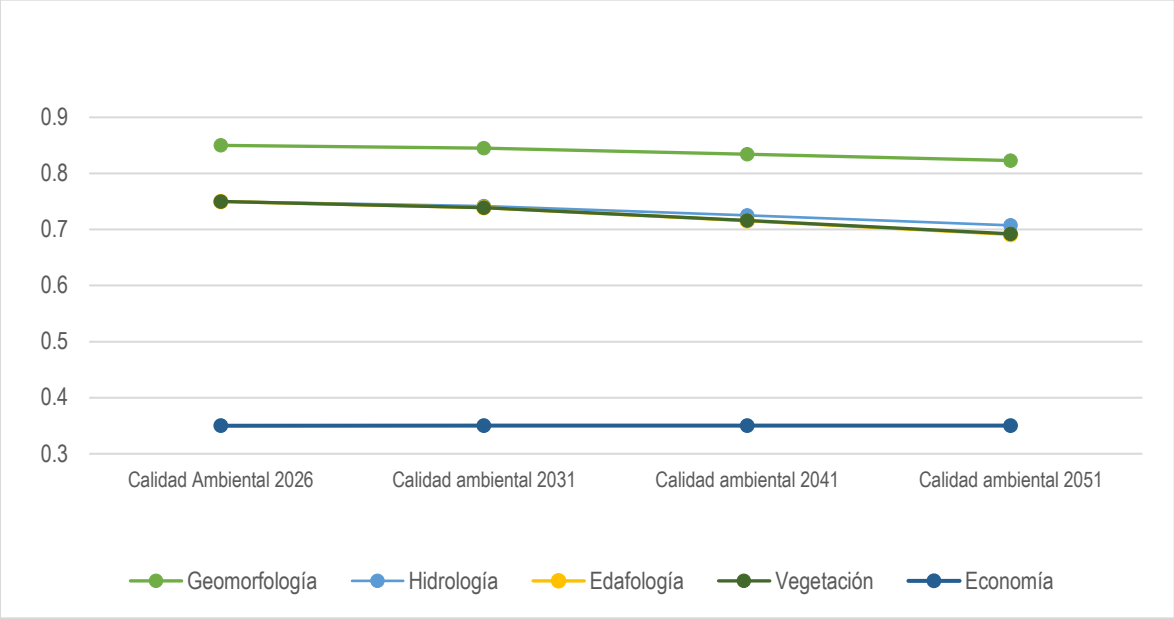
Tabla IV. 74 Comportamiento de la Calidad Ambiental de la Región Ecológica, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto y sin medidas preventivas y/o mitigantes.

Atributo de la Región	Calidad Ambiental 2026 (Actual)	Año De La Modelación Con Proyecto Sin Medidas					
		2031		2041		2051	
		Calidad Ambiental	Brecha Ambiental	Calidad Ambiental	Brecha Ambiental	Calidad Ambiental	Brecha Ambiental
Geomorfología	0.8	0.795	0.005	0.784	0.016	0.773	0.027
Hidrología	0.7	0.692	0.008	0.675	0.025	0.657	0.043
Suelo	0.7	0.689	0.011	0.665	0.035	0.641	0.059
Vegetación	0.7	0.689	0.011	0.666	0.034	0.642	0.058
Economía	0.3	0.300	0.000	0.300	0.000	0.300	0.000

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Mediante la ejecución de la modelación y con base en la tendencia de los factores ambientales analizados, se tiene que en un escenario donde se implante el proyecto y no se ejecuten medidas de mitigación, la tendencia de degradación para la Región Ecológica continuará y acelerará, produciendo efectos negativos sobre la edafología, la vegetación y la hidrología; asociadas al movimiento de tierras para la construcción del puente. Asimismo, la integración del proyecto no producirá efectos positivos sobre la economía del lugar, ya que el coste ambiental por la pérdida de los elementos bióticos y abióticos resultará en pérdidas económicas.
La siguiente gráfica muestra los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM "Con el Proyecto y sin la implementación de medidas preventivas y mitigantes", que representa una obra de prioridad regional, ampliando la "brecha ambiental" de acuerdo con el valor asignado al escenario actual de la RE; resultando con una tendencia negativa en la comparación a lo largo de los tres tiempos analizados, obteniendo una reducción de su calidad ambiental de los atributos analizados.

Gráfica IV. 15 Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la construcción del proyecto sin implementar medidas preventivas y mitigantes



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

La realización del proyecto sin la integración de medidas preventivas y mitigantes producirá efectos negativos sobre todos los elementos considerando que será la construcción de un puente con características particulares como relieve del terreno accidentado, presencia de vegetación forestal, hábitat con abundancia media en flora y baja en fauna, etc. En este sentido, el principal factor ambiental que se afectará será la **edafología** debido a la presión que ejerce un proyecto de esta índole en la adaptación de los diversos componentes. Indudablemente la calidad de la vegetación disminuirá en los estratos y la diversidad de especies primarias y secundarias. En este sentido, la modelación realizada al atributo genera una ligera brecha ambiental para el año 2031 de 11 milésimas, y que aumenta a 59 en el año 2051, ya que actualmente el sitio del proyecto se encuentra con diversidad media. No obstante, esta brecha podrá aumentar adicionalmente a la implantación del proyecto, si se considera la acumulación de efectos que pueden traer consigo otros proyectos o actividades que se ejecuten en la zona o la expansión de terrenos agrícolas.

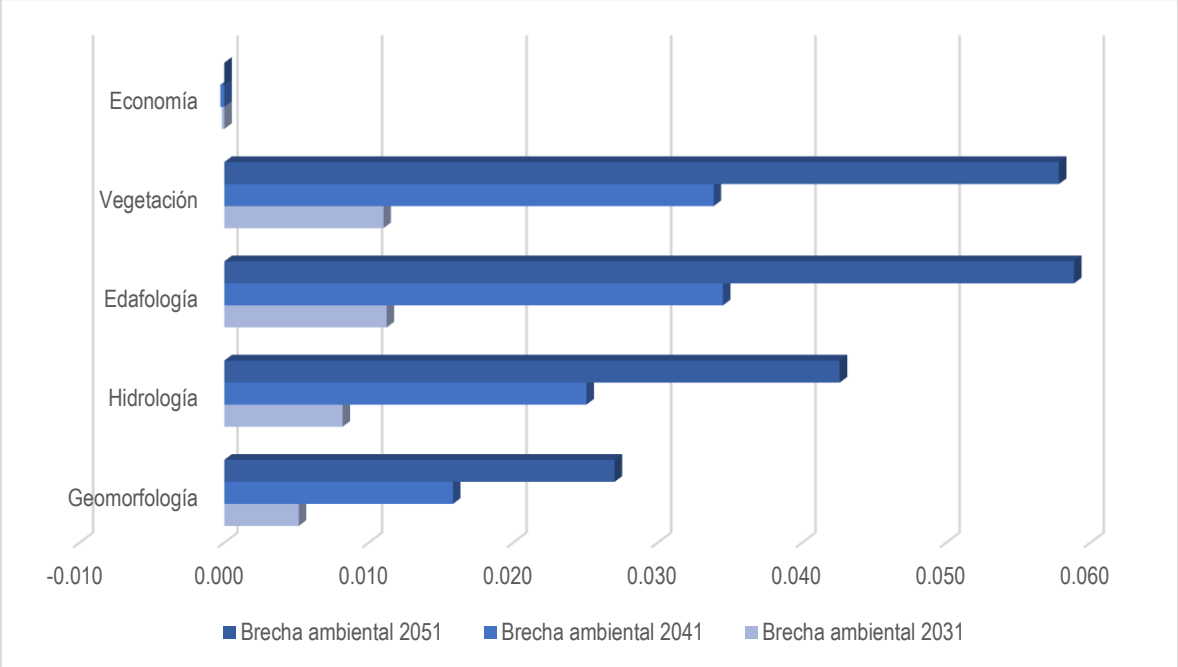
En cuanto al factor suelo, con la integración del Proyecto y sin aplicar las medidas necesarias para su conservación, se obtiene una brecha ambiental para el año 2031 de 11 milésimas, y se muestra un aumento en el mediano en plazo (2041) con un valor de 35 milésimas, asociado a que a largo plazo se alcanza un valor que refleja la tendencia hacia la perdida de las condiciones edáficas. Finalmente, para el año 2051, existiría un deterioro ambiental mayor, con una brecha ambiental de 59 milésimas.

Con relación a la calidad ambiental de la geomorfología, se observa un ligero descenso de 5 milésimas para el año 2031 y que para el 2041 habrá aumentado a 16, por lo que, en el año 2051 se espera una pérdida de 27. Esto se debe a que, sin la aplicación de medidas para las zonas de cortes, aumenta la fragilidad en el terreno por el movimiento de materiales de manera incipiente. De esta manera, la presencia de fenómenos naturales como lluvias o corrientes de viento muy fuertes podría acelerar dicho cambio en la calidad ambiental. Por lo anterior, aunque no se ejecuten acciones preventivas y mitigantes se requerirá mantenimiento y limpieza para alcanzar un nivel de estabilidad e integración de una cubierta vegetal. Asimismo, aumentan las probabilidades de que se generen accidentes en el área dada la fragilidad.

Similar al resto de componentes de la RE, la hidrología sufrirá cambios negativos ya que debido a las actividades de cortes que se harán en las zonas para construir el puente, la instalación de pilotes y el movimiento de tierras podrá modificarse el ciclo natural de la corriente intermitente y contaminarlo. No obstante, a mediano y largo plazo la disminución de contaminantes en el área podría darse si se brindara mantenimiento.

De esta manera, existirá una brecha ambiental de 25 milésimas para el año 2041, lo cual refiere a un cambio mínimo. Para el año 2051 esta brecha será mayor en 43 milésimas, debido a la pérdida de condiciones hidrológicas, falta de acciones de mantenimiento a los cauces como desazolve y retiro de residuos que se depositarán principalmente por los usuarios. Asimismo, este cambio, podrá verse más afectado si aumentan los asentamientos humanos y las actividades agrícolas y/o ganaderas.
Finalmente, el componente económico marca una tendencia mínima positiva incluso sin la implementación de medidas de mitigación debido a que la operación del proyecto mejorará la conectividad regional y facilitará la distribución de bienes y servicios, asimismo beneficiará el intercambio comercial y optimizará el funcionamiento de las actividades pecuarias y de transporte. La brecha ambiental en el factor económico no se modifica a lo largo de los 25 años. Esto refleja que, aunque el efecto económico pudiera ser favorable, su relevancia se verá opacada por los posibles costos asociados a accidentes, mantenimiento y problemáticas derivadas de las alteraciones ambientales que el proyecto podría generar.

Gráfica IV. 16 Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la construcción del proyecto sin medidas de mitigación.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Para la geomorfología se pronostica una degradación continua a lo largo del tiempo debido a las modificaciones que se plantean para la incorporación del proyecto en suma con los procesos naturales y la presión antrópica circundante ya que la mayoría de las actividades que predominan en la región y que se proyecta continúen su crecimiento requieren de actividades que modifican parcial o totalmente las estructuras geomorfológicas, tal es el caso del cambio de uso de suelo para uso agrícola y ganadero y la construcción de asentamientos humanos respectivamente.
El recurso edafológico sin la ejecución de medidas mitigantes es hacia una perdida acelerada y potencial del suelo esto en cuanto a horizontes y estructura, debido a que en este escenario se suman las acciones impactantes del proyecto y la presión antropogénica, que ha ejercido modificaciones negativas a lo largo del tiempo y que se prevé así continúe. La pérdida de este recurso se podrá acelerar significativamente en la zona del proyecto en caso de no ejecutar medidas de mitigación ya que los impactos previstos para el recurso edáficos son en su mayoría permanentes e irreversibles.
En cuanto a los recursos hidrológicos se refiere, el proyecto tendrá una influencia potencial sobre el cuerpo de agua intermitente donde pasará el puente dado que, sin la implementación de medidas preventivas y de

protección, principalmente en la integración de pilotes, podría contaminarse con residuos de diferente naturaleza y afectar su dinámica natural.

A manera de conclusión, un escenario donde se implante el proyecto y no se desarrollen acciones de prevención y mitigación, tendrá modificaciones a los factores ambientales con tendencia a una degradación acelerada del sitio en comparación al escenario planteado sin su construcción. Por otro lado, durante la etapa de construcción el proyecto requerirá del tránsito de maquinaria pesada, excavaciones y cimentaciones para las plataformas.

Adicionalmente la vegetación y la fauna que transita por la zona indudablemente se verán afectadas con mayor intensidad por la falta de acciones de rescate y reubicación, así como el uso adecuado de técnicas de despalme y desmonte adecuadas. Los factores abióticos y el hábitat inician con una moderada calidad ambiental y con comportamiento hacia el deterioro continuo.

Por otro lado, el proyecto dará empleo a una escala regional durante sus diversas etapas, lo que ocasionará una derrama económica directa e indirecta sobre el estado, además que podrá fijar la atención sobre la infraestructura desarrollada en la zona, pudiendo así a traer mayores inversiones y servicios. La operación del proyecto mejorará la microeconomía de los pobladores y coadyuvará al mejoramiento macroeconómico. No obstante, en caso de realizarse el proyecto sin las medidas de atención personal, ambiental y social adecuadas, se podrán generar accidentes, una polarización de las opiniones y desinformación que pueda ocasionar oposición a este u otros proyectos futuros, sin embargo, los beneficios en cuanto a mejora de servicios se darán durante la construcción del proyecto y no se maximizarán como es debido.

VII.3.4. Descripción y análisis del escenario con proyecto, ejecutando medidas de mitigación

En la modelación del escenario ambiental de la RE con proyecto ejecutando las medidas de mitigación, se tomó en cuenta la descripción de los aspectos citados en el punto anterior, pero incorporando las medidas de mitigación propuestas. El pronóstico del escenario se aborda a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las acciones del Proyecto sobre el medio natural, tras la inserción de este, y las medidas de manejo ambiental correspondientes. Para esto se debe de tomar en cuenta la dinámica ambiental tanto de la aplicación de estas medidas, como parte del Proyecto, así como la situación ambiental que prevalece al momento del estudio antes de la construcción del puente.

Es importante contemplar una visión integral para que la construcción del proyecto no dañe de manera sustancial al entorno social y ambiental de la zona. Para esto es necesario comprender el enfoque que tomará el proyecto una vez que se construya y en función con las medidas de mitigación para cada uno de los impactos adversos poco significativos y significativos.

En la siguiente tabla se muestra la modelación matemática para los escenarios a corto, mediano y largo plazo ejecutando las medidas de mitigación propuestas en el presente capítulo.

Tabla IV. 75 Comportamiento de la Calidad Ambiental de la Región Ecológica, a corto, mediano y largo plazo, con medidas de mitigación.

Atributo del sistema	Calidad ambiental 2026 (actual)	Año de la modelación con proyecto sin medidas					
		2031		2041		2051	
		Calidad Ambiental	Brecha Ambiental	Calidad Ambiental	Brecha Ambiental	Calidad Ambiental	Brecha Ambiental
Geomorfología	0.8	0.797	0.003	0.792	0.008	0.786	0.014
Hidrología	0.7	0.695	0.005	0.684	0.016	0.674	0.026
Suelo	0.7	0.697	0.003	0.691	0.009	0.685	0.015
Vegetación	0.7	0.695	0.005	0.685	0.015	0.675	0.025
Economía	0.3	0.311	-0.011	0.332	-0.032	0.353	-0.053

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

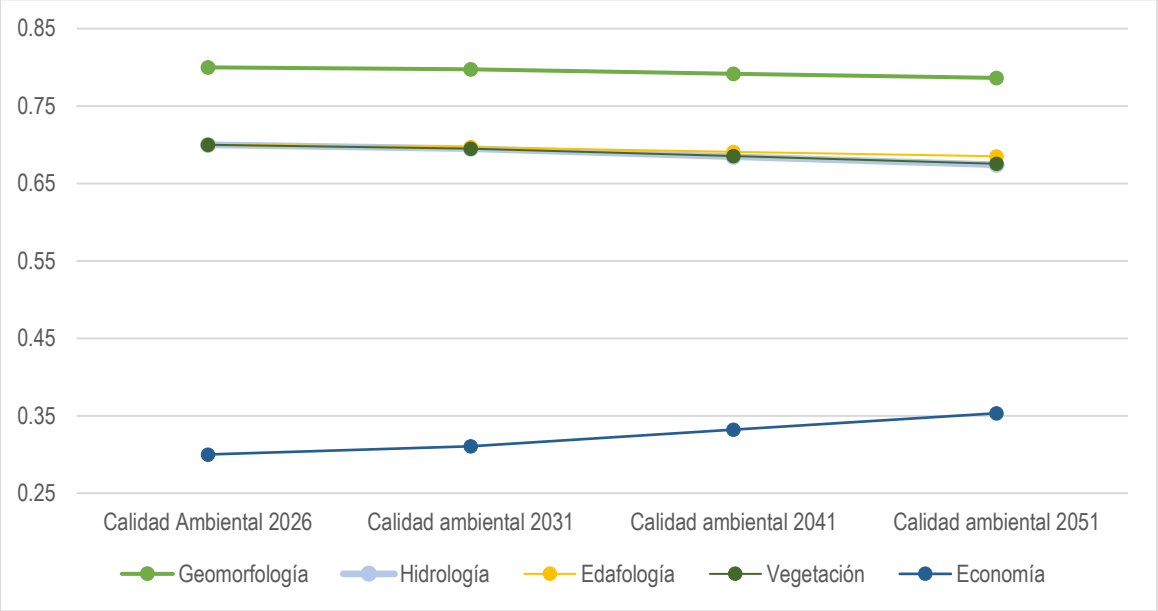
En comparativa con el escenario anterior, se puede concluir que la degradación continuará según las tendencias que marca la RE, sin embargo, se espera que exista una desaceleración en la pérdida de calidad, pues con la rehabilitación de sitios se pueden recuperar áreas degradadas y contribuir al mejoramiento de la dinámica ecosistémica disminuyendo así la brecha ambiental.

La brecha ambiental para el corto plazo en los diferentes factores nos muestra que el cambio será bajo o incipiente ya que los valores se consideran positivos y se pueden describir como alteraciones con un efecto marginal, de tal manera que su tendencia y calidad ambiental, tienen una gran similitud con la evolución de sus características o atributos naturales pero con una pérdida de la calidad más lenta, donde las actuaciones del proyecto evaluado no producen modificaciones sustanciales del factor ambiental y mejoran el crecimiento económico.

A mediano plazo, los impactos negativos serán perceptibles, pero no a gran escala, debido a que las acciones de mantenimiento y de compensación, permitirán la estabilización del ecosistema. La brecha ambiental proyectada para el escenario a 15 años oscila entre las -32 a las 16 milésimas lo que indica, modificaciones parciales sobre los atributos, donde su tendencia, calidad ambiental y sus efectos son controlables.

Para el largo plazo los efectos seguirán moderados y con una tendencia estable, cabe resaltar que el componente económico tendrá una tendencia ligeramente negativa con la implantación del proyecto, sin embargo, al ejecutarlas los beneficios se maximizarán en función de contar con vías de comunicación y estructuras viales que brinden eficiencia en la generación y distribución de actividades productivas y de transporte. La brecha ambiental en el factor económico aumenta progresivamente de las 11 milésimas en el corto plazo, hasta las 53 milésimas a largo plazo, lo que significa que las modificaciones sobre el atributo tienen un efecto importante considerando la región donde se pretende implantar el proyecto.

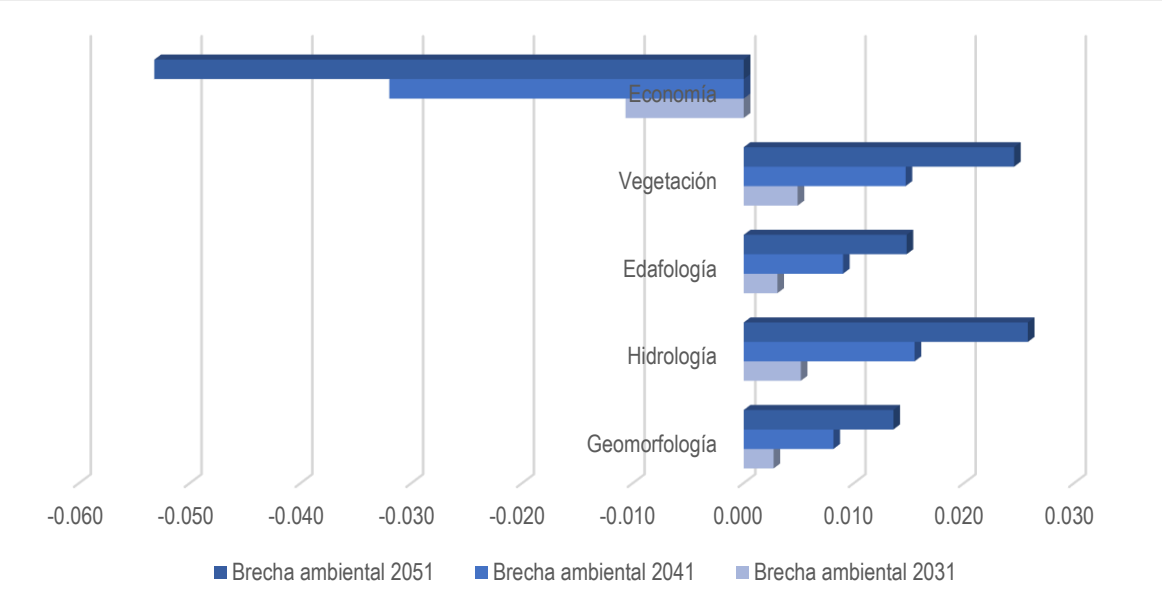
Gráfica IV. 17 Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la ejecución de medidas de mitigación.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En este escenario tendencial se prevé que los factores que sufrirán mayor degradación con el paso del tiempo serán la hidrología la vegetación ya que a pesar de la ejecución de medidas de prevención y mitigación, la calidad del paisaje y el medio se reducirá en las zonas donde se realicen las acciones de despalme y desmonte de vegetación, así como la implementación de pilotes. Asimismo, la geomorfología del sitio también se afectará dado que el recurso es multifactorial y se vincula directamente con la degradación que impera en la región y con los efectos que provocan los cambios de uso de suelo y la aplicación de fertilizantes y herbicidas. Es importante mencionar que la pérdida de suelo en cuanto a calidad y composición acarrean efectos secundarios y terciarios en otros factores como la hidrología provocando la degradación paulatina de los recursos hídricos. Adicionalmente, la vegetación reducirá la velocidad de pérdida de calidad con respecto a la modelación de los escenarios pasados, ya que se plantea ejecutar revegetación con especies nativas y actividades para la recuperación y conservación de suelos con lo que se disminuirán los impactos secundarios tales como perdida de suelo y el arrastre de sedimentos a cauces de corrientes y se aumentará la cobertura vegetal en sitios estratégicos, por lo que la dinámica hidrológica se verá beneficiada y traerá una mejor dinámica ecosistémica.

Gráfica IV. 18 Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la ejecución de medidas de mitigación.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En el presente escenario, la tendencia de degradación paulatina continúa, sin embargo, con la ejecución de medidas preventivas y mitigantes, se espera una desaceleración de la pérdida de calidad ambiental, ya que tienen por finalidad evitar y/o disminuir los efectos adversos del proyecto y maximizar los efectos positivos.

Con base en el análisis anterior se puede pronosticar que existirá un escenario modificado por la introducción del proyecto donde será primordial tomar en cuenta la aplicación de todas las medidas de mitigación que fueron propuestas.

Los impactos que producirá el proyecto por el uso de maquinaria y equipo, desmonte, despalme, cortes, excavación, nivelación e instalación de pilotes para los puentes; será permanente e irreversible, sin embargo, con la ejecución de las medidas de mitigación propuestas tales como el reúso del suelo removido y la revegetación, se podrá disminuir y contribuir en la zona para desacelerar los procesos degradativos previstos.

Si bien la degradación del sitio continuará en el escenario tendencial debido al incremento de población y los efectos que esto causa en cuanto a demanda de productos y servicios, las actividades de mitigación y compensación coadyuvarán a mejorar las condiciones actuales y provocarán que la perturbación se aminore alentándose así el tiempo en que la pérdida total de la naturalidad llegue al área del proyecto.

En este sentido se concluye que durante la rehabilitación se producirá una modificación mínima de la geomorfología por los cortes, así como por la nivelación y estabilización de la terracería. Sin embargo, dichas modificaciones se irán estabilizando y a largo plazo la inestabilidad de los taludes será mínima, así como las potenciales caídas de los materiales geológicos.

El Proyecto realizará actividades temporales en la etapa de construcción sobre un cuerpo de agua intermitente por la construcción del puente, no obstante, no propiciará modificaciones significativas sobre la hidrología superficial ya que implementará acciones de protección y mitigación. Para ello, se protegerán avenidas y escorrentías y se delimitarán las zonas de escurrimiento; no se descargará ningún tipo de aguas residuales a los cuerpos de agua cercanos, ya que se plantea colocar sanitarios portátiles que serán colocados y administrados por una compañía autorizada. En un escenario modificado por el proyecto y ejecutando las medidas de protección planteadas, no se prevé alteración permanente ni irreversible a este factor ambiental ni contaminación o disminución del nivel de los cuerpos y corrientes de agua presentes en la RE por causa del Proyecto.

La modificación a la estructura actual del suelo ocurrirá durante la etapa de preparación y construcción principalmente por lo que durante esta etapa se tendrá un manejo adecuado del suelo removido y se tendrán medidas de control y conservación de taludes y modificaciones a relieve, tal como se describe en las medidas

establecidas. Se reutilizará el suelo fértil removido y se promoverá la revegetación en las zonas afectadas. Todos los residuos serán manejados de acuerdo con los lineamientos del programa establecido para estos fines y en cumplimiento con la LGPGIR, las medidas que se tomarán en cuanto a la contaminación de suelo y solo en casos accidentales se emplearán medidas de remediación, las cuales se establecerán en el programa respectivo.

Debido a que el suelo de la zona de la RE y del proyecto se encuentran ligeramente perturbados y con modificaciones respecto a su estado natural, se prevé que las medidas de mitigación a ejecutar mejoren las condiciones de las áreas aledañas del AIP ya que los procesos erosivos disminuirán su ritmo, además de que se recuperarán áreas para revegetación; por lo que a pesar de que la tendencia hacia la disminución en la calidad ambiental continuará, las medidas propuestas contribuirán a retrasar la perdida de suelo y se establecerá un precedente para incentivar acciones de recuperación y mejoramiento.

Una vez concluido el Proyecto, se retirará la totalidad de las estructuras provisionales para permitir la restauración del sitio, mediante acciones de revegetación que faciliten el regreso de la fauna nativa. Por otro lado, con el establecimiento del Proyecto de interés se identifican impactos positivos en el ambiente y en las comunidades aledañas como son: Generación de fuentes de empleo que constituyen una fuente de ingreso para los pobladores, la subcontratación de empresas locales para la realización de servicios específicos que aumentará la demanda de bienes y servicios.

Considerando el conjunto de afectaciones actuales sobre el factor vegetación, que han modificado el ecosistema natural y han favorecido la sucesión secundaria, sobre todo en zonas con facilidades de acceso, así como en los terrenos donde se desarrolla agricultura y la ganadería, no se omite mencionar que no se afectarán especies con ningún estatus conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se impondrán medidas estrictas en el área de protección y conservación en caso de identificar alguna especie con relevancia biológica. Por su parte la fauna verá modificado parte de su entorno por lo que las especies mayormente afectadas serán de aves, sin embargo, con las medidas de prevención como ahuyentamiento y capacitación del personal, así como la rehabilitación de la vegetación, la poca fauna existente no se verá significativamente afectada. En un escenario donde se apliquen adecuadamente las medidas de mitigación, se resguardará y se asegurará la sobrevivencia de especies nativas, endémicas y de valor ecosistémico, además de poner en marcha acciones de rescate y reubicación.

La seguridad de los usuarios mejorará en la región ya que se trasladarán por una vialidad moderna y mejorada. Si bien el proyecto ocasionará impactos económicos positivos con o sin las medidas propuestas, es importante enfatizar que con la ejecución de estas, los impactos positivos se maximizarán y se verán reflejados directamente en las comunidades aledañas a nivel económico, social y ambiental pues los resultados de las mejoras serán palpables y medibles. Posterior a la construcción, existe un efecto benéfico sobre el ahorro de combustible, tiempos y seguridad en el traslado, mejoría en la comunicación, disminución de accidentes y mayor movimiento de personas, mercancías, materias primas, productos y servicios. De esta forma el proyecto beneficia directamente a los factores económicos de la región.

Por tanto, se considera en el pronóstico ambiental de un escenario con proyecto y con la ejecución de medidas, que aplicando todas las medidas de manejo de impactos ambientales y sociales descritas, el impacto ambiental general será positivo al contribuir con el desarrollo social de una región rural.

VII.4. Pronóstico Ambiental

Con base en el análisis realizado en los apartados anteriores del presente capítulo, se puede realizar un pronóstico ambiental de la RE debido a la implantación del proyecto.

Específicamente el área del proyecto donde se desarrollará presenta condiciones que con el tiempo se deteriorarán ambientalmente debido a fenómenos de la naturaleza ya que al ser un lugar de lomerío con cañadas se pueden presentar inundaciones por precipitaciones intensas, deslaves, entre otros. Los recursos suelo y vegetación, se encuentran actualmente vulnerables y con un inminente deterioro ambiental, el cual no muestra ninguna tendencia a disminuir.

El área de estudio se encuentra inmersa en una zona que ejerce una presión hacia los recursos naturales ya modificados, dadas las necesidades de la población circundante. Existen brechas y/o caminos rurales que apoyen al transporte de la población por lo que, la geomorfología ha sido modificada totalmente, ha afectado al suelo desnudo, durante un largo periodo de tiempo para lograr crear caminos complicados y poco transitables.

El impacto causado por el desmonte, cortes, excavación y despalme podrá ser recuperado y mitigado en gran medida a través de la aplicación de prácticas de reintegración de materia orgánica al suelo y rehabilitación con plantas nativas.

Resulta importante mencionar que la tendencia hacia el deterioro ambiental de la RE continuará con o sin la implantación del proyecto ya que la demanda de productos y servicios, así como el cambio de uso de suelo es cada vez mayor, sin embargo el proyecto al promover la ejecución de medidas de mitigación puede sentar un precedente para el posterior desarrollo de lineamientos que tengan como propósito minimizar los impactos ambientales que propicien otras actividades y así lograr revertir los procesos degradativos o en su caso mantener las condiciones actuales.

Por lo tanto, se considera en el pronóstico ambiental que de implantarse el proyecto y ejecutar todas las medidas de manejo de impactos ambientales y sociales descritas, que los impactos negativos se reducirán al mínimo y resultarán no significativos, así mismo que los impactos positivos se maximizarán y tendrán mayor alcance en cuanto a temporalidad y calidad en los servicios.

VII.5. Conclusiones

El presente proyecto muestra una buena propuesta para el desarrollo del estado de Oaxaca ya que considera la construcción de un puente en una región marginada y necesitada de vías de comunicación seguras. Además, se facilitarán las etapas de realización del proyecto con la implementación de acciones de protección y conservación.

Las actividades relacionadas con la preparación; construcción; operación y mantenimiento y abandono del Proyecto, tienen efectos negativos relevantes en la vegetación, suelos, fauna, geomorfología e hidrología, pero también genera alternativas de beneficio social, económico y presenta acciones específicas para la mitigación y compensación de los impactos ambientales generados. Las principales conclusiones del Proyecto son las siguientes:

- Todos los materiales derivados de los cortes, despalme, nivelación, excavación y conformación de los terraplenes tienen posibilidades de ser reutilizados, ya sea como material para nivelación y base de los terraplenes, o rellenos, o como material para rehabilitar sitios con degradación evidente dentro de la RE. Esta Región Ecológica se encuentra sobre un paisaje regional donde existe una alta capacidad de acogida del proyecto; destacando elementos benéficos derivados como son la accesibilidad e intercomunicación de las poblaciones circunvecinas, representaría una opción de desarrollo económico, social para la región y una oportunidad de empleo temporal para los habitantes locales, reduciendo tiempos de traslado, congestionamiento vehicular, riesgos de accidentes y colisiones, ahorro de combustible y desgaste vehicular.
- Es importante mencionar que la mayoría de los impactos ambientales identificados, están considerados dentro del conjunto de medidas de minimización, mitigación y compensación establecidas, lo cual permite predecir que prácticamente todos serán atendidos y se atenuarán sus efectos negativos en diferentes intensidades y efectividad.
- De acuerdo con la modelación de escenarios realizada, se espera que los impactos negativos que generará el proyecto sean medios y que se reduzcan moderadamente una vez que se ejecuten en tiempo y forma las medidas de prevención, mitigación y compensación que se proponen. Así mismo la ejecución del PVA podrá supervisar la aplicación de las medidas propuestas y en consecuencia garantizar la viabilidad ambiental del proyecto. Asimismo, existirá un supervisor ambiental encargado de los siguientes programas (Adjuntos a la presente Manifestación de Impacto Ambiental):

    - Programa de Rescate y Reubicación de Flora
    - Programa de Rescate y Reubicación de Fauna
    - Propuesta de pasos de fauna
    - Programa de Restauración Forestal, de Suelos y Cuerpos Hídricos.
    - Programa de Vigilancia Ambiental

Estos programas deberán estar acompañados de la siguiente documentación:

- Formatos de presentación de información, bitácoras de desarrollo de actividades y resultados.
- Formatos Word y Excel de los trabajos desarrollados, así como archivos fotográficos.

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA

DOCUMENTACIÓN LEGAL

Imágenes y otros anexos		
Elemento	**Archivo digital**	**Fecha de elaboración**
Cartografía	Unidad USB	Agosto 2026
KML del proyecto	Unidad USB	Agosto 2026
KML de polígonos	Unidad USB	Agosto 2026
Listado de especies potenciales de flora	Unidad USB	Agosto 2026
Anexo Fotográfico	Unidad USB	Agosto 2026
Catálogos y formatos de flora y fauna	Unidad USB	Agosto 2026

Catalogo de Fauna Silvestre

Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular del proyecto: Puente “San Antonio” ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.

Aves

Rascador oaxaqueño

Melozone albicolis



- **Descripción:** Ave de tamaño pequeño Gorrión grande y bastante uniforme, endémico a las estribaciones interiores y tierras altas, principalmente en Oaxaca. Usualmente bastante común y conspicuo.

- **Estado de conservación:** La NOM-059-SEMARNAT-2010 no la incluye en ninguna categoría, mientras que la lista roja de UICN la considera como especie de preocupación menor.

Pinzón mexicano

Haemorhous mexicanus



- **Descripción:** Ave de tamaño pequeño Los machos varían en tono e intensidad de rojo. Algunos machos son amarillos o anaranjados. Las hembras son mayormente gris marrón con caras lisas y estrías borrosas en las partes inferiores. El color rojo que se limita principalmente a la cabeza y la parte superior del pecho, contrasta con la nuca, espalda y alas marrones grises. Los costados pálidos muestran estrías marrones distintas, sin tonos rojos. En general, las hembras tienen patrones más difusos.

- **Estado de conservación:** La NOM-059-SEMARNAT-2010 no la incluye en ninguna categoría, mientras que la lista roja de UICN la considera como especie de preocupación menor.

Zopilote aura

Cathartes aura



- **Descripción:** Ave de gran tamaño. Pico amarillo pálido, cabeza "desnuda" roja. Plumaje oscuro a excepción de las plumas primarias, secundarias y rectrices blancas (se notan al vuelo). Patas grises. No presenta dimorfismo sexual.
- **Estado de conservación:** La NOM-059-SEMARNAT-2010 no la incluye en ninguna categoría, mientras que la lista roja de UICN la considera como especie de preocupación menor.

Saltapared cola larga

Thryomanes bewickii



- **Descripción:** Ave de tamaño pequeño, con cola larga y algo delgado. Marrón oscuro arriba y gris pálido abajo con una ceja blancuzca. El pico es delgado y ligeramente curvado.

- **Estado de conservación:** La NOM-059-SEMARNAT-2010 no la incluye en ninguna categoría, mientras que la lista roja de UICN la considera como especie de preocupación menor.

Cuicacoche pico curvo

Toxostoma curvirostre



- **Descripción:** Su cola es larga; el plumaje de las partes superiores pardo grisáceo y en las partes inferiores es claro. Se distingue de otros cuicacoches similares por su pico largo y curvo, y por la presencia de rayas oscuras en el pecho claro. El color de los ojos varía de amarillo a naranja.

- **Estado de conservación:** La NOM-059-SEMARNAT-2010 no la incluye en ninguna categoría, mientras que la lista roja de UICN la considera como especie de preocupación menor.

Papamoscas negro

Sayornis nigricans



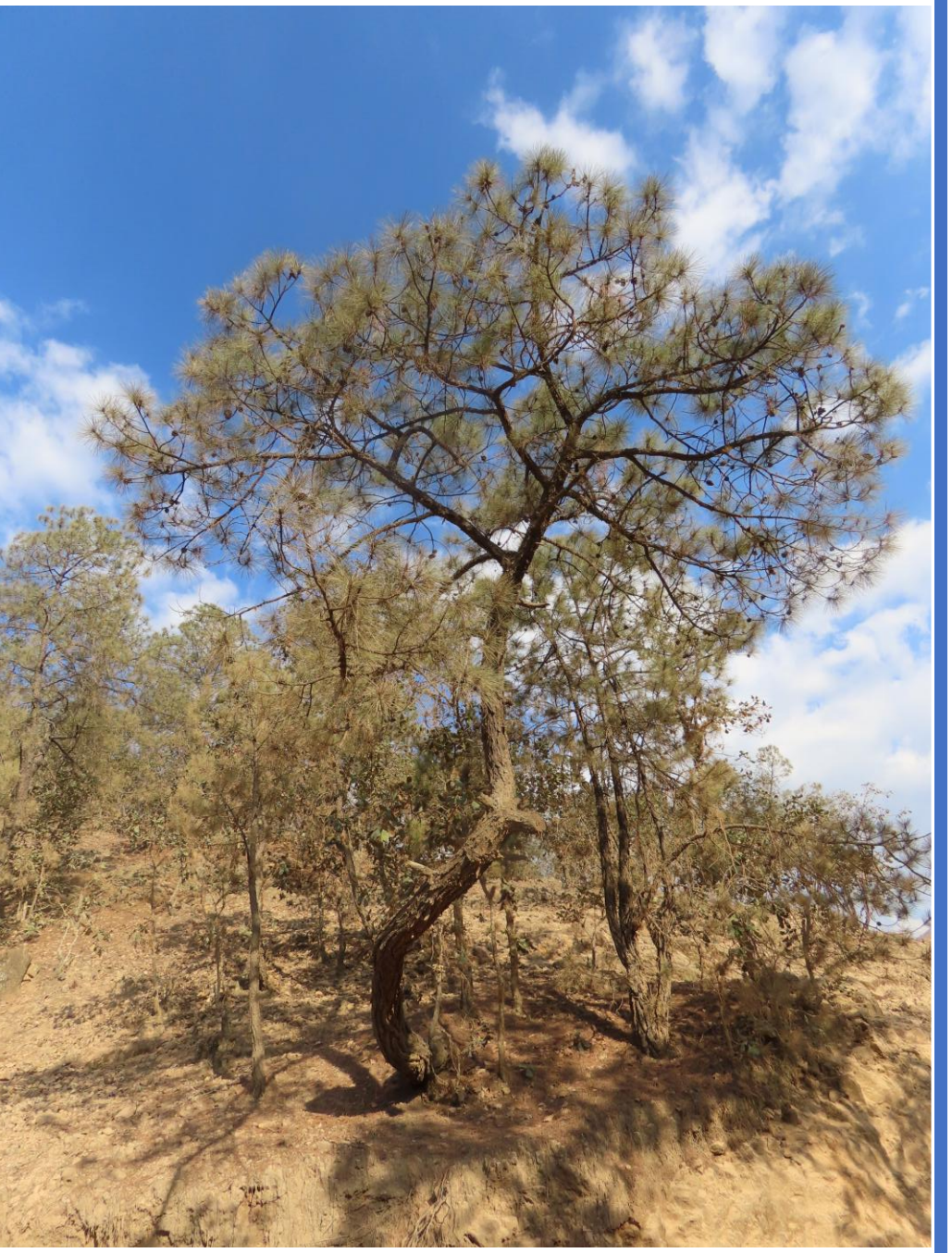
- **Descripción:** Mosquero pequeño y negro hollín con el vientre muy blanco. Se sienta en lo abierto en perchas bajas para explorar por insectos, mientras mueve su cola hacia arriba y hacia abajo. Con frecuencia cerca de una fuente de agua que pueden ser ríos, riachuelos suburbanos y acantilados.
- **Estado de conservación:** La NOM-059-SEMARNAT-2010 no la incluye en ninguna categoría, mientras que la lista roja de UICN la considera como especie de preocupación menor.

Bibliografía

- CONABIO. 1996. Guía de aves canoras y de ornato. Instituto Nacional de Ecología. Pp. 96.
- Köhler, G. 2003. Reptiles of Central America. Herpeton. Editorial Board. Offenchach, Alemania.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010,Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México.
- Peterson, R.T. y E. L. Chalif. 2008. *Aves de México*. Guía de campo. Editorial Diana, México.
- Ramírez-Bautista, A. y Pardo-de la Rosa, D. (en prensa). INE, Peterson, Roger T.; Chalif, Edward L. 1989. *Aves de México. Guía de campo*. Boston.
- Rodríguez-Yáñez, C., R. Villalón-Calderón y A.G. Navarro. 1994. Bibliografía de las aves de México (1825-1992). *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*, 8:1-146.

CATÁLOGO DE FLORA
Puente “San Antonio” ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.





Pinus leiophylla

Nombre común: Pino chimonque, pino chino u ocote
Familia: Pinaceae
Forma de crecimiento: Árbol
Origen: Endémica de México y nativa

Conífera resinosa de porte mediano a grande, con copa irregular y corteza gruesa, oscura y profundamente fisurada. Sus hojas son aciculares y se agrupan principalmente en fascículos de tres a cinco; los conos son ovoides y pueden permanecer varios años en las ramas.

Se desarrolla en bosques templados de pino, pino-encino y encino, generalmente sobre laderas montañosas. Tolera sitios relativamente secos y perturbados. EncicloVida registra usos maderables, como leña y carbón, además de aplicaciones ornamentales y de restauración.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



Quercus obtusata

Nombre común: Encino blanco
Familia: Fagaceae
Forma de crecimiento: Árbol
Origen: Endémica de México y nativa

Encino de copa amplia, tronco robusto y corteza fisurada. Presenta hojas coriáceas, de forma elíptica a obovada, con ápice generalmente redondeado y margen entero o dentado; sus frutos son bellotas parcialmente cubiertas por una cúpula escamosa.

Forma parte de bosques de encino y pino-encino de regiones templadas, donde aporta alimento y refugio para la fauna y contribuye a la protección del suelo. EncicloVida documenta usos como leña, carbón, madera, forraje y restauración.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



Pinus pseudostrobus

Nombre común: Pino lacio u ocote
Familia: Pinaceae
Forma de crecimiento: Árbol
Origen: Nativa de México

Pino de fuste recto y copa densa, capaz de alcanzar grandes dimensiones en sitios conservados. La corteza adulta es gruesa y fisurada; las hojas largas y flexibles se agrupan en fascículos de cinco, mientras que los conos son ovoides a ligeramente curvos.

Habita bosques templados húmedos y subhúmedos, principalmente en comunidades de pino y pino-encino. Es una especie forestal de importancia por su madera y también se emplea como leña, ocote y en acciones de restauración.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



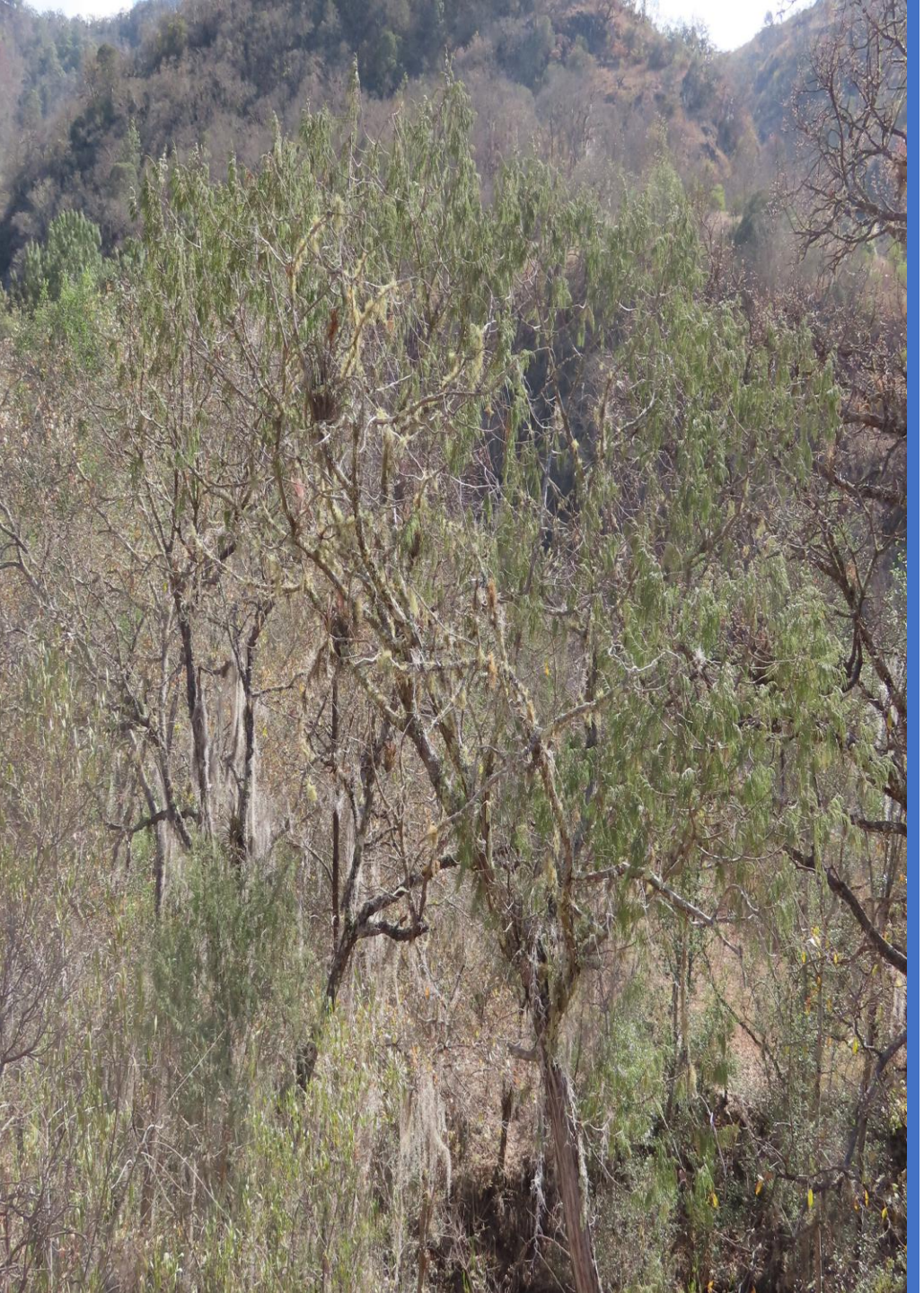
Ipomoea murucoides

Nombre común: Cazahuate blanco
Familia: Convolvulaceae
Forma de crecimiento: Árbol
Origen: Nativa de México

Árbol caducifolio de tronco claro y ramificación abierta. Durante la época seca pierde gran parte del follaje y produce flores blancas, grandes y en forma de embudo. Sus frutos son cápsulas secas que liberan semillas provistas de pelos.

Es frecuente en laderas, matorrales, selvas bajas caducifolias, bosques abiertos y límites de parcelas. Coloniza sitios soleados y perturbados. Se le atribuyen usos medicinales, ornamentales, maderables, sociales y de restauración; cualquier uso terapéutico requiere precaución.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



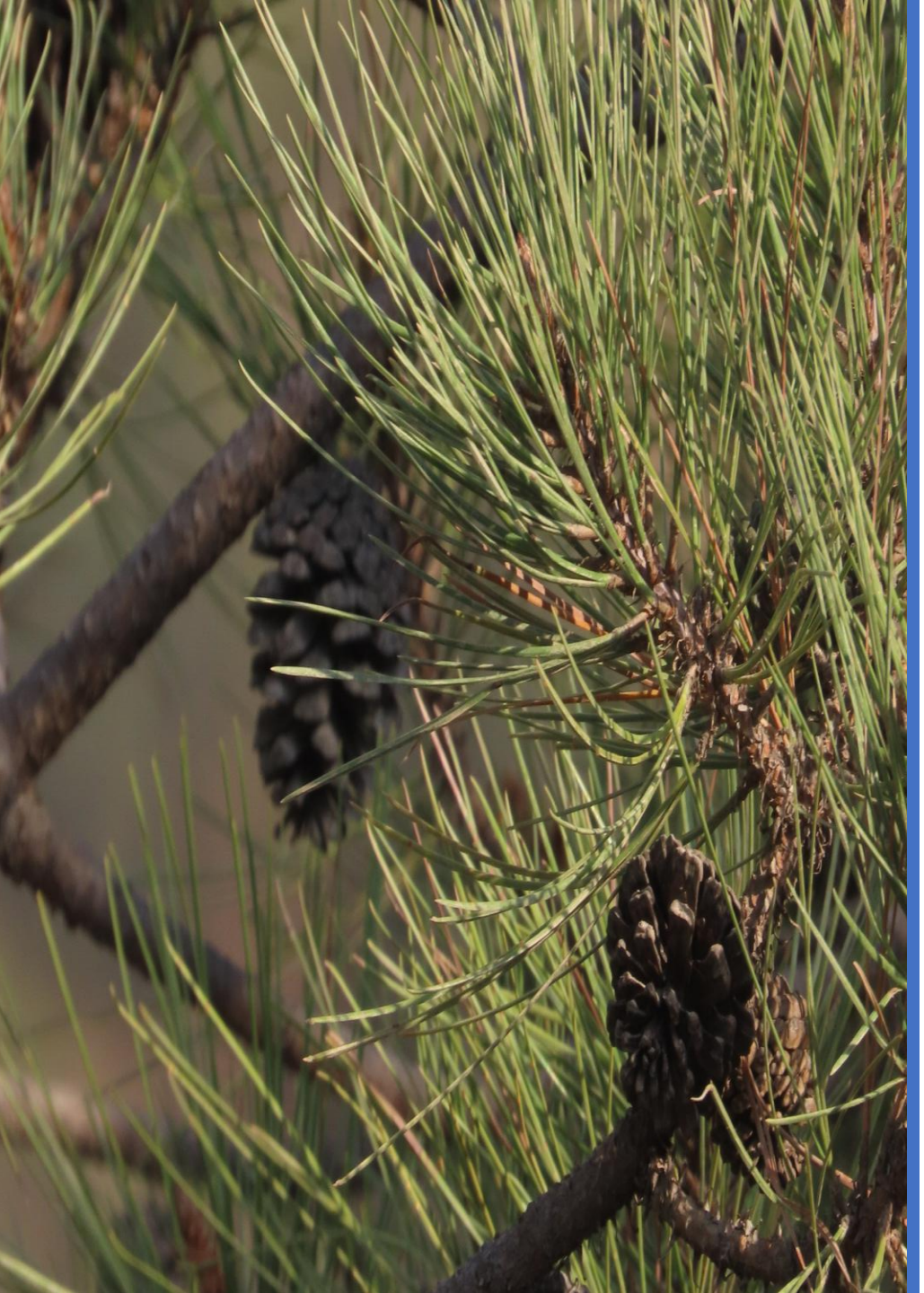
Juniperus flaccida

Nombre común: Enebro triste, cedro o táscate
Familia: Cupressaceae
Forma de crecimiento: Árbol o arbusto
Origen: Nativa de México

Conífera perennifolia reconocible por sus ramas y ramillas péndulas. Las hojas adultas son pequeñas y escuamiformes; las estructuras femeninas forman gálbulos carnosos, globosos y de tonalidad azulada a café al madurar.

Se presenta en bosques de encino, pino-encino, matorrales y laderas rocosas, con buena tolerancia a condiciones secas. Su follaje persistente ofrece refugio a la fauna. EncicloVida registra usos maderables, medicinales, ornamentales, combustibles y de restauración.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



Pinus teocote

Nombre común: Pino azteca, pino teocote u ocote
Familia: Pinaceae
Forma de crecimiento: Árbol
Origen: Nativa de México

Pino de copa irregular y corteza gruesa dividida en placas. Las hojas rígidas se agrupan comúnmente en fascículos de tres y los conos, de forma ovoide, poseen escamas firmes con una pequeña espina en el ápice.

Es característico de bosques templados de pino y pino-encino, incluso en sitios abiertos o con perturbación moderada. Tiene importancia forestal y local como fuente de madera, leña, carbón y ocote; también se utiliza en restauración.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



Baccharis salicifolia

Nombre común: Batamote, chilca o jara
Familia: Asteraceae
Forma de crecimiento: Arbusto o árbol pequeño
Origen: Nativa

Arbusto muy ramificado con hojas estrechas, alargadas y semejantes a las de un sauce. Sus diminutas flores se reúnen en capítulos; las plantas suelen presentar flores masculinas y femeninas en individuos separados. Los frutos son pequeños y llevan un vilano que facilita su dispersión por viento.

Crece con frecuencia en márgenes de arroyos, cañadas, bordes de caminos y terrenos húmedos perturbados. Puede estabilizar orillas y ofrecer recursos a insectos. EncicloVida documenta usos medicinales, como leña y de tipo maderable.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



Asclepias angustifolia

Nombre común: Algodoncillo de hojas delgadas
Familia: Apocynaceae
Forma de crecimiento: Hierba perenne o subarbusto
Origen: Nativa

Planta con látex blanco y hojas muy estrechas, generalmente dispuestas a lo largo de tallos erectos. Las flores pequeñas, blanquecinas a rosadas, se agrupan en umbelas; los frutos son folículos que liberan semillas con un penacho sedoso.

Habita claros, pastizales, bordes de bosque y caminos en regiones templadas y secas. Como otras especies de Asclepias, constituye un recurso para insectos polinizadores y puede funcionar como planta hospedera de mariposas. El látex no debe ingerirse.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



Wigandia urens

Nombre común: Chichicastle manso u ortiga de tierra caliente
Familia: Namaceae
Forma de crecimiento: Arbusto o planta arborescente
Origen: Nativa

Planta robusta con tallos y hojas cubiertos por pelos rígidos e irritantes. Sus hojas son grandes, ásperas y de margen dentado; las flores violáceas o lilas se agrupan en inflorescencias enrolladas que se alargan al madurar.

Coloniza taludes, cauces, laderas removidas, terrenos agrícolas abandonados y orillas de caminos, por lo que suele asociarse con ambientes perturbados. Es visitada por polinizadores, pero el contacto con sus pelos puede causar irritación en la piel.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



Loeselia mexicana

Nombre común: Espinosilla
Familia: Polemoniaceae
Forma de crecimiento: Hierba o subarbusto
Origen: Nativa

Planta ramificada con hojas pequeñas, rígidas y de margen espinoso-dentado. Produce flores tubulares de color rojo a anaranjado, con estambres sobresalientes; el fruto es una cápsula que contiene numerosas semillas.

Se encuentra en matorrales, pastizales, bosques abiertos, laderas pedregosas y bordes de caminos. Tolera exposición solar y perturbación. En México es conocida por usos medicinales tradicionales, los cuales deben diferenciarse de evidencia clínica comprobada.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



Brickellia veronicifolia

Nombre común: Peistó
Familia: Asteraceae
Forma de crecimiento: Hierba perenne o subarbusto
Origen: Nativa

Especie perenne de tallos delgados y ramificados. Sus hojas son pequeñas, de forma ovada a redondeada y margen dentado; las flores, agrupadas en capítulos discretos de tonalidad crema o blanquecina, producen frutos con vilano.

Es característica de ambientes secos y templados, como matorrales, pastizales, laderas rocosas, claros y terrenos en recuperación. Su presencia puede asociarse con vegetación secundaria, aunque también forma parte de comunidades naturales abiertas.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



Tithonia tubaeformis

Nombre común: Gigantón, acahual o mirasol
Familia: Asteraceae
Forma de crecimiento: Hierba anual robusta
Origen: Nativa

Hierba de crecimiento rápido que puede superar la altura de una persona. Presenta tallos firmes, hojas grandes y con frecuencia lobuladas, y capítulos vistosos de color amarillo a anaranjado semejantes a pequeños girasoles.

Es común en parcelas, barbechos, bordes de carreteras, pastizales y otros sitios con suelo removido. Florece abundantemente y ofrece néctar y polen a diversos insectos. Su proliferación suele ser indicadora de ambientes abiertos y perturbados.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



Physalis nicandroides

Nombre común: Matapulgas
Familia: Solanaceae
Forma de crecimiento: Hierba anual
Origen: Nativa

Hierba erecta y ramificada, cubierta por pelos glandulares que le dan una textura pegajosa. Sus hojas son ovadas a acorazonadas; las flores son blanquecinas o verdosas con manchas oscuras, y el cáliz se expande hasta envolver por completo la baya madura.

Se desarrolla en cultivos, barbechos, orillas de caminos, claros y laderas con disturbio. El cáliz inflado protege y ayuda a dispersar el fruto. No debe asumirse que sus frutos son comestibles sin una identificación y valoración especializada.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida



Eragrostis intermedia

Nombre común: Zacate llanero
Familia: Poaceae
Forma de crecimiento: Pasto perenne, ocasionalmente anual
Origen: Nativa

Gramínea de crecimiento amacollado, con hojas angostas y tallos erectos. La inflorescencia es una panícula abierta y fina, compuesta por numerosas espiguillas pequeñas que adquieren tonalidades pajizas al madurar.

Habita pastizales, bosques abiertos, laderas secas, claros y bordes de caminos. Tolera sequía estacional y suelos relativamente pobres; sus macollos contribuyen a cubrir el suelo y pueden ofrecer forraje y microhábitat para fauna pequeña.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida





Melinis repens

Nombre común: Pasto africano rosado o barba de mula
Familia: Poaceae
Forma de crecimiento: Pasto anual o perenne de vida corta
Origen: Exótica invasora en México

Gramínea amacollada con tallos delgados y panículas abiertas, sedosas y de color rosado a rojizo cuando son jóvenes. Las espiguillas poseen pelos largos que facilitan su dispersión por viento, animales, vehículos y movimiento de suelo.

Se establece con rapidez en caminos, taludes, pastizales inducidos, terrenos agrícolas abandonados y áreas incendiadas. Puede desplazar especies nativas y modificar la continuidad de combustibles finos; por ello conviene evitar su propagación durante obras y actividades de restauración.

Fotografía: archivo de campo · Fuente: CONABIO–EncicloVida

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Acacia pennatula	Nativa	Tepame	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Hernández, H. M., Ricker, M., Rodríguez Rivera, S. Castillo Santiago, M. A. Hernández Juárez, R. A. Hernández, D. 2020. Atlas de las leguminosas arbóreas de México: clado mimosoide. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Petróleos Mexicanos, Ciudad de México, México. 417 páginas.
Acacia schaffneri	Nativa	Acacia	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Rico, L. 2007a. Leguminosae. Subfamilia Mimosoideae. Acacia, Acaciella. En: Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. (Eds.). Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. Fasc. 150: 8-60
Acourtia cordata	Endémica, Nativa	Coapatli	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Compositae Working Group (CWG). 2021 (2024-onwards). Global Compositae Database. Accessed at: https://www.compositae.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1078767 on 2024-04-22.
Acourtia erioloma	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Compositae Working Group (CWG). 2021 (2024-onwards). Global Compositae Database. Accessed at: https://www.compositae.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1078767 on 2024-04-22.
Acourtia reticulata	Nativa	Peonía	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Castelo, E., Ricalde, O. & Panero, J. 2003-2005. Base de datos SNIB-CONABIO proyectos V004, AE012 y CS011. Catálogo de Autoridades de Asteráceas Mexicanas y Actualización de tribus Heliantheae y Eupatorieae. Mexico, D.F. University of Texas., Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Adiantum capillus-veneris	Nativa	Helecho culantrillo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Velázquez Montes, E. 2018. Pteridaceae (Pteridophyta). Fl. Guerrero. Jiménez Ramírez, J., Fonseca Juárez, R. M. & Martínez Gordillo, M. 82: 1-226. Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F., México
Agave (Agave) americana	Nativa	Maguey Blanco	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011g. Agavaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Fasc. 88: 1-102
Agave (Agave) salmiana	Endémica, Nativa	Maguey pulquero	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011g. Agavaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Fasc. 88: 1-102
Agave (Littaea) ghiesbreghtii	Endémica, Nativa	Maguey	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011g. Agavaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Fasc. 88: 1-102
Agave (Littaea) kerchovei	Endémica, Nativa	Maguey rabo de león	Sin dato	Vulnerable (VU)	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011g. Agavaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Fasc. 88: 1-102
Agave (Littaea) stricta	Endémica, Nativa	Maguey flor de ratón	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011g. Agavaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Fasc. 88: 1-102
Agave convallis	Nativa	Maguey jabalí	Sin dato	Vulnerable (VU)	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011g. Agavaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Fasc. 88: 1-102
Agave nuusaviorum	Endémica, Nativa	Maguey Papalometl	Sin dato	Vulnerable (VU)	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011g. Agavaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Fasc. 88: 1-102
Ageratina espinosarum	Endémica, Nativa	Estrellita	Sin dato	Sin dato	Sin dato	King, R. M. & Robinson, H. 1970. Phytologia. Studies in the Eupatorieae (Compositae). XIX. New Combinations in Ageratina. New Jersey, U.S.A. 19 (4): 211-228. In: Moldenke, H. N. & Moldenke, A. L., Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Ageratina petiolaris	Endémica, Nativa	Amargocilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	King, R. M. & Robinson, H. 1970. Phytologia. Studies in the Eupatorieae (Compositae). XIX. New Combinations in Ageratina. New Jersey, U.S.A. 19 (4): 211-228. In: Moldenke, H. N. & Moldenke, A. L., Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Ageratina sousae	Endémica	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Ageratina tomentella	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	King, R. M. & Robinson, H. 1970. Phytologia. Studies in the Eupatorieae (Compositae). XIX. New Combinations in Ageratina. New Jersey, U.S.A. 19 (4): 211-228. In: Moldenke, H. N. & Moldenke, A. L., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S.,

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Ageratum corymbosum	Nativa	Cielitos	Sin dato	Sin dato	Sin dato	POWO. 2020-2026 (onwards). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; http://www.plantsoftheworldonline.org/
Ageratum paleaceum	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Aldama flava	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Alnus acuminata	Nativa	Aile	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Christenhusz, M. J. M. 2009b (2022). 67. Betulaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. (Inéd.). Cycadaceae a Connaraceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 2 (1): 1-7
Alnus jorullensis	Nativa	Aile	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Cué Bär, E. M., Villaseñor, J. L., Arredondo Amezcua, L., Cornejo Tenorio, G. & Ibarra Manríquez, G. 2006. Bol. Soc. Bot. México. La flora arbórea de Michoacán, México. México, D. F. 78: 47-81.
Aloysia citrodora	Exótica	Cedron	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Amaranthus hybridus	Nativa	Quintonil verde	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Bayón, N. D. 2015. Revisión taxonómica de las Especies Monoicas de Amaranthus (Amaranthaceae): Amaranthus subg. Amaranthus y Amaranthus subg. Albersia. Annals of the Missouri Botanical Garden. 101(2). 261-383, Calderón, C. A. 2001. Uso y acceso a los recursos forestales en una comunidad indígena: la leña en Amatenango del Valle, Chiapas, México. Tesis de maestría, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad San Cristóbal de las Casas. Chiapas, México. 42 pp
Amaranthus hypochondriacus	Nativa	Quintonil rojo o Alegría	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Flores-Olvera, H. & Zumaya, S. 2008. Amarantáceas y Quenopodiáceas (Dicotiledóneas). En: Ocegueda, S. & Llorente-Bousquets, J. (Coords.). Catálogo taxonómico de especies de México. Capital natural de México, Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México. vol. I: CD1, Bayón, N. D. 2015. Revisión taxonómica de las Especies Monoicas de Amaranthus (Amaranthaceae): Amaranthus subg. Amaranthus y Amaranthus subg. Albersia. Annals of the Missouri Botanical Garden. 101(2). 261-383
Amaranthus powellii	Nativa	Powell's amaranth	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Zumaya, S. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Amaranthaceae Juss. 170-171. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Amphilophium laxiflorum	Nativa	Manto de la virgen	Sin dato	Sin dato	Sin dato	POWO. 2020-2026 (onwards). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; http://www.plantsoftheworldonline.org/
Anoda cristata	Nativa	Alache	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Fryxell, P. A. 2012 (2024). 169. Malvaceae. Fl. Mesoamer. Surianaceae a Icacinaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Vol.3(2): ined. Missouri Botanical Garden, St. Louis., Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014)

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Antiphytum caespitosum	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Campos-Ríos, M. G. & Lira-Charco, E. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Boraginaceae Juss. En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 199-201
Aralia humilis	Nativa	Aralia	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	López Ferrari, A. R. 2022. Araliaceae. Fl. Guerrero. Alvarado-Cárdenas, L. O., Jiménez, J., Fonseca, R. M. & Martínez Gordillo, M. 1: 1-39. Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F., México. 2a edición
Arbutus xalapensis	Nativa	Madroño	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Cuevas Guzmán, R., Núñez López, N. M. & Sánchez Rodríguez, E. V. 2021. Flora arbórea de la Estación Científica Las Joyas y áreas adyacentes, Sierra de Manantlán, México. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur (IMECBIO). Autlán de Navarro, Jalisco, México, C.P. 48900 pp. I-XIX, 1-456
Archibaccharis serratifolia	Nativa	Hierba del carbonero	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Arctostaphylos pungens	Nativa	Pingüica	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Clemants, S. E., Diggs, G. M., Dorr, L. J., Judd, W. S., Luteyn, J. L., Sorensen, P. D., Stevens, P. F. & Wallace, G. D. 1995. Fl. Neotrop. Monogr. Ericaceae. Part II. The superior-ovaried genera. The New York Botanical Garden. 560 p. Monograph 66. In: Luteyn, J. L. (Ed.), González-Elizondo, M., González-Elizondo, M. S., López-Enríquez, I. L. & Herrera-Arrieta, Y. 2017. Importancia económica y usos tradicionales de la flora. En: CONABIO y SRNYMA (Eds.). La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango (SRNYMA). México. pp. 513-528., González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M. & Medina-Lemos, R. 2018. Ericaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Arenaria lanuginosa	Nativa	Abrojito	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G. & Sinaca-Colín, S. 2025. Lo pasado, pasado: actualización taxonómica y distribución geográfica de la flora vascular de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Revista Mex. Biodivers. e965749
Argemone mexicana	Nativa	Amapolilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), Martínez, O. E. 1982. Papaveraceae. Fl. Veracruz. Fasc. 22. En: Gómez-Pompa, A., Sosa, V., Nevling, L. I., Nee, M., Moreno, N. P. & Ludlow-Wiechers, B. (Eds.). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Veracruz, México. 16 pp., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Argemone ochroleuca	Nativa	Cardo santo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Calderón de Rzedowski, G. & Rzedowski, J. (Eds.). 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). (Edición digital: INECOL 2010), Martínez, O. E. 1982. Papaveraceae. Fl. Veracruz. Fasc. 22. En: Gómez-Pompa, A., Sosa, V., Nevling, L. I., Nee, M., Moreno, N. P. & Ludlow-Wiechers, B. (Eds.). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Veracruz, México. 16 pp., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Argemone platyceras	Endémica, Nativa	Chicalote	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez, O. E. 1982. Papaveraceae. Fl. Veracruz. Fasc. 22. En: Gómez-Pompa, A., Sosa, V., Nevling, L. I., Nee, M., Moreno, N. P. & Ludlow-Wiechers, B. (Eds.). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Veracruz, México. 16 pp., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Argyrochosma formosa	Nativa	Helecho	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p.
Argyrochosma incana	Nativa	Helecho	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p.
Argyrochosma limitanea	Nativa	Helecho	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p.
Aristolochia oaxacana	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Arracacia aegopodioides	Nativa	Arracacia aegopodioides	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2011a. Angiospermae. Magnoliopsida. Apiaceae Lindl. & Araliaceae Juss. En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 172-173; 177
Arundo donax	Exótica-Invasora	Carrizo asiático gigante	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Asclepias glaucescens	Nativa	Viborona	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Juárez-Jaimes, V., Alvarado-Cárdenas, L. & Villaseñor, J. L. 2007. Revista Mex. Biodivers. La familia Apocynaceae sensu lato en México: diversidad y distribución. 78: 459- 482.
Asclepias linaria	Nativa	Pinillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Juárez-Jaimes, V., Alvarado-Cárdenas, L. & Villaseñor, J. L. 2007. Revista Mex. Biodivers. La familia Apocynaceae sensu lato en México: diversidad y distribución. 78: 459- 482., Juárez-Jimenez, V. & Lozada-Pérez, L. 2003. Asclepiadaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasc. 37: 1-61
Asclepias mexicana	Endémica, Nativa	Flor de panal	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Juárez-Jaimes, V., Alvarado-Cárdenas, L. & Villaseñor, J. L. 2007. Revista Mex. Biodivers. La familia Apocynaceae sensu lato en México: diversidad y distribución. 78: 459- 482., Juárez-Jimenez, V. & Lozada-Pérez, L. 2003. Asclepiadaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasc. 37: 1-61
Asclepias senecionifolia	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Juárez-Jaimes, V., Alvarado-Cárdenas, L. & Villaseñor, J. L. 2007. Revista Mex. Biodivers. La familia Apocynaceae sensu lato en México: diversidad y distribución. 78: 459- 482., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, M., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yáñez, S. et al. 2018. An integrated assessment of vascular plants species of the Americas. Science. 358: 1614-1617, f. 1-4.
Asplenium monanthes	Nativa	Helecho perejil de un soro	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Atilano, Y., Sánchez-González, A. & Tejero-Díez, J. D. 2015. Amer. Fern J. Species Richness, Distribution, and Morphological Variation of Lycophytes and Monilophytes in a Semi-arid Region of Mexico. The American Fern Society. 105 (3):238-256., Gutiérrez, J. & Solano, E. 2014. Afinidades florísticas y fitogeográficas de la vegetación del Municipio de San José Iturbide, Guanajuato, México. Acta Bot. Mex. 107: 27-65
Astragalus micranthus	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Estrada Castillón, E., Villarreal Quintanilla, J. A., Delgado Salinas, A. & Rebman, J. P. 2023. The genus Astragalus (Leguminosae: Papilionoideae: Galegeae) in Mexico. Phytotaxa. 586 (1): 1-162

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Astragalus strigulosus	Endémica, Nativa	Cola de borrego	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Estrada Castillón, E., Villarreal Quintanilla, J. A., Delgado Salinas, A. & Rebman, J. P. 2023. The genus Astragalus (Leguminosae: Papilionoideae: Galegeae) in Mexico. Phytotaxa. 586 (1): 1-162
Astranthium purpurascens	Endémica, Nativa	Flor de estrella	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Astrolepis crassifolia	Nativa	Doradilla gruesa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p.
Astrolepis laevis	Nativa	Helecho	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p.
Astrolepis sinuata	Nativa	Doradilla ondulada	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p., Pérez-Atilano, Y., Sánchez-González, A. & Tejero-Díez, J. D. 2015. Amer. Fern J. Species Richness, Distribution, and Morphological Variation of Lycophytes and Monilophytes in a Semi-arid Region of Mexico. The American Fern Society. 105 (3):238-256.
Aulosepalum pyramidale	Nativa	Orquídea blanca piramidal	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Baccharis glandulifera	Nativa	Sin dato	Sin dato	Casi amenazado (NT)	Sin dato	POWO. 2020-2026 (onwards). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; http://www.plantsoftheworldonline.org/
Baccharis mexicana	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Barkleyanthus salicifolius	Nativa	Azomiate	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Berula erecta	Nativa	Berro de palmita	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2011a. Angiospermae. Magnoliopsida. Apiaceae Lindl. & Araliaceae Juss. En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 172-173; 177
Beschorneria calcicola	Endémica, Nativa	Falso maguey pequeño	Amenazada (A)	Sin dato	Sin dato	Davis, T. J. & Juárez García, G. 2025. A New Species of Beschorneria Kunth from Central Mexico and a Reassessment of Beschorneria calcicola García-Mend. Haseltonia. 32(1), 7-18.
Bidens aurea	Nativa	Té de milpa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Villarreal, Q. J. A. & Estrada, C. E. 2024. Asteraceae. Tribu Coreopsideae. Fl. Veracruz. Fasc. 206
Bletia mexicana	Nativa	Orquídea coral de flor grande	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Bletia nitida	Nativa	Glass Mountain Crested Coralroot	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Borreria verticillata	Nativa	Culantrillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Borhidi, A. 2019. La familia Rubiaceae en la flora de México. Akadémiai Kiadó, Budapest. 704 pp.
Bothriochloa wrightii	Nativa	Popotillo cola de coyote	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Bouchetia erecta	Nativa	Lengua pintada	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ramírez, R., Vargas, P. O., Arreola, H., Cedano, M., González, R., González-Villarreal, L. M., Harker, M., Hernández, I., Martínez, R. E., Pérez de la Rosa, J. et al. 2010. Catálogo de plantas vasculares de Jalisco. Universidad de Guadalajara, Sociedad Botánica de México, Universidad Autónoma Metropolitana. 143 p., Hunziker, A. T. 2001. Genera Solanacearum. The genera of Solanaceae Illustrated, Arranged According to a New System. Gantner, Ruggell (Liechtenstein)., Martínez, M., Montero, J. C., Dean, E. A., Bye, R., Luna-Cavazos, M., Medina, J. M. & Rzedowski, J. 2020.

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						Solanaceae I, géneros Acnistus – Witheringia (excepto Solanum). Fl. Bajío Regiones Adyacentes. 218: 1-238. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México
Bourreria andrieuxii	Endémica, Nativa	Sasanil del cerro	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Miller, J. S. 2011c. 211. Ehretiaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Rubiaceae a Verbenaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 4 (2): 1-13
Bouteloua curtipendula	Nativa	Banderilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Bouvardia chrysantha	Endémica, Nativa	Bouvardia chrysantha	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Borhidi, A. 2019. La familia Rubiaceae en la flora de México. Akadémiai Kiadó, Budapest. 704 pp.
Bouvardia erecta	Endémica, Nativa	Hierba de San Juan	Amenazada (A)	Sin dato	Sin dato	Borhidi, A. 2019. La familia Rubiaceae en la flora de México. Akadémiai Kiadó, Budapest. 704 pp.
Bouvardia longiflora	Endémica, Nativa	Flor de San Juan	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Borhidi, A. 2019. La familia Rubiaceae en la flora de México. Akadémiai Kiadó, Budapest. 704 pp.
Bouvardia ternifolia	Nativa	Trompetilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Lorence, D. H. 2011b. Angiospermae. Magnoliopsida. Rubiaceae Juss. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Brickellia scoparia	Nativa	Escobilla blanca	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Nesom, G. L. 2022. Taxonomic synopsis of Brickellia sect. Kuhnia (Asteraceae: Eupatorieae). Phytoneuron. 2022-37: 1-138
Brickellia veronicifolia	Nativa	Peistó	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Brongniartia mollis	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Brongniartia oligosperma	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Buchnera obliqua	Nativa	Arizona bluehearts	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Morawetz, J. J. & Christenhusz, M. J. M. 2011. 227. Buchnera. Orobanchaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Solanaceae a Caprifoliaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 5 (1): 1- 23
Buchnera pusilla	Nativa	Kabache-che-be	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Morawetz, J. J. & Christenhusz, M. J. M. 2011. 227. Buchnera. Orobanchaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Solanaceae a Caprifoliaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 5 (1): 1- 23
Buddleja cordata	Nativa	Tepozán blanco	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Norman, E. M., Christenhusz, M. J. M. & Davidse, G. 2011. 223. Buddleja. Scrophulariaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Solanaceae a Caprifoliaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 5 (1): 1-25
Bursera galeottiana	Endémica, Nativa	Cuajiote colorado	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Rzedowski, J., Medina, R. & Calderón, G. 2005. Acta Bot. Mex. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de Bursera (Burseraceae). Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. 70: 85-111.

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Calliandra grandiflora	Nativa	Cabellos de ángel	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Calochortus barbatus	Endémica, Nativa	Ayatito	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011e. Angiospermae. Liliopsida. Agavaceae Dumort.; Alliaceae Borkh.; Amaryllidaceae J.St.-Hill.; Anthericaceae J.Agardh.; Calochortaceae Dumort; Cannaceae Juss.; Convallariaceae Horan.; Cyclanthaceae Poit ex A. Rich.; Dracaenaceae Salisb. & Haemodoraceae R. Br. En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 305-307; 315-317; 321
Calochortus nigrescens	Endémica, Nativa	Sin dato	Sujeta a protección especial (Pr)	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011e. Angiospermae. Liliopsida. Agavaceae Dumort.; Alliaceae Borkh.; Amaryllidaceae J.St.-Hill.; Anthericaceae J.Agardh.; Calochortaceae Dumort; Cannaceae Juss.; Convallariaceae Horan.; Cyclanthaceae Poit ex A. Rich.; Dracaenaceae Salisb. & Haemodoraceae R. Br. En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 305-307; 315-317; 321
Cannabis sativa	Exótica	Marihuana	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Nee, M. 2015a. 105. Cannabaceae. Fl. Mesoamer. Saururaceae a Zygophyllaceae. Vol. 2, Parte 3. En: Davidse, G., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). Instituto de Biología (IB), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Missouri Botanical Garden & The Natural History Museum (London). México. pp. 174-177.
Capsicum annuum	Nativa	Chile	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Martínez, M., Montero, J. C., Dean, E. A., Bye, R., Luna-Cavazos, M., Medina, J. M. & Rzedowski, J. 2020. Solanaceae I, géneros Acnistus – Witheringia (excepto Solanum). Fl. Bajío Regiones Adyacentes. 218: 1-238. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México
Cardiospermum halicacabum	Nativa	Bejuco tronador	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Carex spissa	Nativa	San Diego sedge	Sin dato	Sin dato	Sin dato	González-Elizondo, M. S., Reznicek, A. A. & Tena-Flores, J. A. 2018. Cyperaceae in Mexico: Diversity and distribution. Bot. Sci. 96 (2): 305-331., Global Carex Group. 2021. A framework infrageneric classification of Carex (Cyperaceae) and its organizing principles. J. Syst. Evol. 59(4):726-762
Casimiroa edulis	Nativa	Zapote blanco	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ramos Álvarez, C. H. 2023. Rutaceae. Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Fasc. 236. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México
Castilleja arvensis	Nativa	Cresta de gallo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G. & Sinaca-Colín, S. 2025. Lo pasado, pasado: actualización taxonómica y distribución geográfica de la flora vascular de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Revista Mex. Biodivers. e965749
Castilleja auriculata	Endémica, Nativa	Garañona	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Castilleja scorzonerifolia	Endémica, Nativa	Garallona	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Rojas-Gutiérrez, J. F. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Scrophulariaceae Juss. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. pp. 288-290, González-Elizondo, M., González-Elizondo, M. S., López-Enríquez, I. L. & Herrera-Arrieta, Y. 2017. Importancia económica y usos tradicionales de la flora. En: CONABIO y SRNYMA (Eds.). La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango (SRNYMA). México. pp. 513-528.
Ceanothus greggii	Nativa	Palo de zorrillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Fernández-Nava, R. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Rhamnaceae Juss. 276-277. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Cedrela oaxacensis	Endémica, Nativa	Cedro	Sin dato	En peligro (EN)	Apéndice II	Gallardo-Yobal, S. I., Vázquez-García, J. A., Villalobos-Arámbula, A. R., Terrazas, T., Palacios-Juárez, H., Barragán-Reynaga, D. M., Berrones, M., Ortega-Peña, A. S., Hernández-Vera, G. & Shalisko, V. 2025. Integrative taxonomy of Cedrela (Meliaceae) leads to the recognition of a new species (C. tamaulipana) and the reinstatement of C. saxatilis. PLoS One. e0329846.
Celtis caudata	Nativa	Capulincillo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Nee, M. 2015a. 105. Cannabaceae. Fl. Mesoamer. Saururaceae a Zygophyllaceae. Vol. 2, Parte 3. En: Davidse, G., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). Instituto de Biología (IB), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Missouri Botanical Garden & The Natural History Museum (London). México. pp. 174-177.
Cercocarpus fothergilloides	Endémica, Nativa	Ramón	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Rzedowski, J. 2021. La familia Rosaceae en México. Polibotánica. 51: 1-16
Cestrum dumetorum	Nativa	Hediondilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ramírez, R., Vargas, P. O., Arreola, H., Cedano, M., González, R., González-Villarreal, L. M., Harker, M., Hernández, I., Martínez, R. E., Pérez de la Rosa, J. et al. 2010. Catálogo de plantas vasculares de Jalisco. Universidad de Guadalajara, Sociedad Botánica de México, Universidad Autónoma Metropolitana. 143 p., Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Cestrum flavescens	Endémica, Nativa	Gediondilla	Sin dato	En peligro crítico (CR)	Sin dato	Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Cestrum thyrsoideum	Nativa	Zapotillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez, M., Montero, J. C., Dean, E. A., Bye, R., Luna-Cavazos, M., Medina, J. M. & Rzedowski, J. 2020. Solanaceae I, géneros Acnistus – Witheringia (excepto Solanum). Fl. Bajío Regiones Adyacentes. 218: 1-238. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México
Chaptalia pringlei	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Cheilanthes notholaenoides	Nativa	Helecho	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p.
Chenopodium berlandieri	Nativa	Quelite cenizo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Calderón de Rzedowski, G. & Rzedowski, J. (Eds.). 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). (Edición digital: INECOL 2010), Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						(onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Chenopodium graveolens	Nativa	Epazote de monte	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Flores-Olvera, H. & Zumaya, S. 2008. Amarantáceas y Quenopodiáceas (Dicotiledóneas). En: Ocegueda, S. & Llorente-Bousquets, J. (Coords.). Catálogo taxonómico de especies de México. Capital natural de México, Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México. vol. I: CD1
Cirsium mexicanum	Nativa	Cardo santo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G. & Sinaca-Colín, S. 2025. Lo pasado, pasado: actualización taxonómica y distribución geográfica de la flora vascular de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Revista Mex. Biodivers. e965749
Cirsium rhaphilepis	Endémica, Nativa	Cardo santo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	POWO. 2020-2026 (onwards). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; http://www.plantsoftheworldonline.org/
Cissus tiliacea	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Rzedowski, J. & Calderón de R., G., 2005. Vitaceae. Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Fasc. 131. En: Rzedowski, J. & Calderón de R., G. (Eds.). Instituto de Ecología, A. C. (INECOL). Michoacán, México. 37 pp.
Cissus verticillata	Nativa	Tripa de zopilote	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Lombardi, J. A. 2010. 122. Vitaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Fabaceae a Begoniaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 3 (1): 1-37
Cladocolea pringlei	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Galván-González, L. G., Cerros-Tlatilpa, R., Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2017. Cladocolea spathiflora (Loranthaceae) a new species from Guerrero, Mexico. Phytotaxa. 308(2): 295-300., Kuijt, J. 1975. The Genus Cladocolea (Loranthaceae). J. Arnold Arbor. 56(3): 265–335.
Clematis dioica	Nativa	Barba de chivo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), Martínez, M. 2015. Ranunculaceae. Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Rzedowski, J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 190:1-76. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán, México
Clematis rhodocarpa	Nativa	Viejito	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez, M. 2015. Ranunculaceae. Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Rzedowski, J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 190:1-76. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán, México
Clinopodium mexicanum	Endémica, Nativa	Chipite	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Cologania angustifolia	Nativa	Longleaf cologania	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Torres-Colín, L., Cruz-Durán, R., Flores-Franco, G., Hernández Priego, D. L., Delgado-Salinas, A. & Medina-Lemos, R. 2021. Fabaceae Tribu Phaseoleae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Medina Lemos, R. (Ed.) Nueva serie publicación digital. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Cologania broussonetii	Nativa	Tzitziki	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Torres-Colín, L., Cruz-Durán, R., Flores-Franco, G., Hernández Priego, D. L., Delgado-Salinas, A. & Medina-Lemos, R. 2021. Fabaceae Tribu Phaseoleae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Medina Lemos, R. (Ed.) Nueva serie publicación digital. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Cologania hirta	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Cologania obovata	Nativa	Lemmon's Cologania	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Torres-Colín, L., Cruz-Durán, R., Flores-Franco, G., Hernández Priego, D. L., Delgado-Salinas, A. & Medina-Lemos, R. 2021. Fabaceae Tribu Phaseoleae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Medina Lemos, R. (Ed.) Nueva serie publicación digital. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E.,

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Comarostaphylis polifolia	Endémica, Nativa	Nariz de lobo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Royo, M. & Melgoza Castillo, A. 2014. Angiospermas. Matorral. En: CONABIO (Ed.). La biodiversidad en Chihuahua. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 370-375., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Commelina diffusa	Exótica	Hierba del pollo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	López-Ferrari, A. R., Espejo-Serna, A. & Ceja-Romero, J. 2014. Fascículo 161. Commelinaceae. Fl. Veracruz. Instituto de Ecologia, A.C. Xalapa, Veracruz. México.
Condalia mexicana	Endémica, Nativa	Espino de capulín	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Nesom, G. L. 2023c. Taxonomic synopsis of Condalia (Rhamnaceae) in Mexico and the USA. Phytoneuron. 2023-27: 1-115.
Conopholis alpina	Nativa	Elotes de coyote	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Christenhusz, M. J. M. 2011b. 227. Orobanchaceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Vol. 5(1): 1-23. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Corallorhiza wisteriana	Nativa	Spring Coralroot	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Coryphantha bumamma	Endémica, Nativa	Tlaltecomate	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Bravo-Hollis, H. & Sánchez-Mejorada, H. 1991b.Las Cactáceas de México. Ed. 2.3. UNAM, México D. F. 643 pp., Britton, N. L. & Rose, J. N. 1923.Cactaceae (Britton & Rose).IV. The Carnegie Institution of Washington. Washington. 318 pp., Korotkova, N., Aquino, A., Arias, S., Eggli, U., Frank, A., F., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M., Luther, K., Majure, L.C., Müller, A., Metzing, D., Nyffeler, R., Sánchez, D., Schlumpberger, B. & Berendson. 2021 (onwards). Cactaceae at Caryophyllales.org. Disponible en: https://caryophyllales.org/Checklist.
Coryphantha pallida	Endémica	Chiche de coneja	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	Guzmán, U., Arias, S. & Dávila, P. 2003.Catálogo de Cactáceas Mexicanas. UNAM, CONABIO, México, D. F., Britton, N. L. & Rose, J. N. 1923.Cactaceae (Britton & Rose).IV. The Carnegie Institution of Washington. Washington. 318 pp., Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, U. & Vázquez-Benítez, B. 2012. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasciculo 95. Cactaceae. Instituto de Biología, UNAM. 235 pp. 95., Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Hernández Robles, D. R., Plata Corredor, C. A., Stjernegaard Jeppesen, T., Örn, A., Vandepitte, L., Hobern, D., Schalk, P., DeWalt, R. E., Ma, K., Miller, J., Orrell, T., Aalbu, R., Abbott, J. et al. 2024. Catalogue of Life Checklist (Version 2024-04-26). Catalogue of Life. https://doi.org/10.48580/dg4lg
Coryphantha pseudoradians	Endémica, Nativa	Biznaga pseudopulquitos	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Bravo-Hollis, H. 1954. Iconografia de las Cactáceas Mexicanas. (Tercera serie). Cactáceas de las Mixtecas Altas. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Bot. 25: 473-552., Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, U. & Vázquez-Benítez, B. 2012. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasciculo 95. Cactaceae. Instituto de Biología, UNAM. 235 pp. 95., Vázquez-Benítez, B., Arias, S. & Cervantes-Sandoval, A. 2016. Variación morfológica en Coryphantha (Cactaceae): un enfoque multivariado. Acta Bot. Mex. 116: 21-47., Korotkova, N., Aquino, A., Arias, S., Eggli, U., Frank, A., F., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M., Luther, K., Majure, L.C., Müller, A., Metzing, D., Nyffeler, R., Sánchez, D., Schlumpberger, B. & Berendson. 2021 (onwards). Cactaceae at Caryophyllales.org. Disponible en: https://caryophyllales.org/Checklist.
Cosmos bipinnatus	Nativa	Girasol morado	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Cosmos diversifolius	Nativa	Kosmos różnolistny	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Crotalaria mollicula	Nativa	Chipilín de monte	Sin dato	Sin dato	Sin dato	POWO. 2020-2026 (onwards). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; http://www.plantsoftheworldonline.org/
Crotalaria pumila	Nativa	Chipil	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, M., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yáñez, S. et al. 2018. An integrated assessment of vascular plants species of the Americas. Science. 358: 1614-1617, f. 1-4.
Croton dioicus	Nativa	Suapatle	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Cavanilles, A. J. 1791. Icon. [Cavanilles]. 1., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Crusea calcicola	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Borhidi, A. 2019. La familia Rubiaceae en la flora de México. Akadémiai Kiadó, Budapest. 704 pp.
Crusea simplex	Nativa	Hierba de la garrapata	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Cucurbita pedatifolia	Endémica, Nativa	Calabacilla	Sin dato	Datos insuficientes (DD)	Sin dato	Bailey, L. H. 1943. Gentes Herbarum. Species of Cucurbita. Bailey Horterium of the New York Sate College of Agriculture at Cornell University. New York, USA. 6 (5)., Lira, R. & Rodríguez-Arévalo, I. 2006. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto No. DS002. Catálogo de la familia Cucurbitaceae de México. Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos, FES Iztacala, UNAM.
Cucurbita pepo	Nativa	Calabaza	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Linnaeus, C. 1753. . Species Plantarum. . 1. Impensis Laurentii Salvii. Stockholm. Sweden., Lira, R. & Rodríguez-Arévalo, I. 2006. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto No. DS002. Catálogo de la familia Cucurbitaceae de México. Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos, FES Iztacala, UNAM.
Cuphea aequipetala	Nativa	Hierba del cáncer	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), Graham, S. A. 2009. 175. Lythraceae. Fl. Mesoamer. Cucurbitaceae a Polemoniaceae. Vol. 4, Parte 1. En: Davidse, G., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). Instituto de Biología (IB), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Missouri Botanical Garden & The Natural History Museum (London). México. pp. 49-65.
Cuphea angustifolia	Endémica, Nativa	Flor violenta	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Cuphea cyanea	Nativa	Pececillo tricolor	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Graham, S. A. 2009. 175. Lythraceae. Fl. Mesoamer. Cucurbitaceae a Polemoniaceae. Vol. 4, Parte 1. En: Davidse, G., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). Instituto de Biología (IB), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Missouri Botanical Garden & The Natural History Museum (London). México. pp. 49-65.
Cynodon dactylon	Exótica-Invasora	Gallitos	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Villaseñor, J. L. & Espinosa-García, F. J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. Diversity and Distributions. 10 (2): 113-123., Espinosa-García, F. J. 2000. Malezas introducidas de México. Centro de investigaciones en ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de Datos SNIB-CONABIO. Proyecto U024. Morelia, Mich. México, Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Cyperus acutiusculus	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Jiménez-Mejías, P., Márquez-Corro, J. I., Larridon, I., Marco Rosado, N., Sanz-Arnal, M., Barrett, R.L., Bhandari, P. Bradshaw, C., Browning, J., Bruhl, J.J., Costa, S.M., Elliott, T., Ford, B., Ford, K., García-Moro, P., Gebauer, S., Gil, A., et al. 2025. Global Cyperaceae Database. Accessed at https://www.cyperaceae.org.
Cypripedium molle	Endémica, Nativa	Zapatilla de mujer	Sin dato	Casi amenazado (NT)	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Dahlia tenuicaulis	Endémica, Nativa	Dalia de gallo	Sujeta a protección especial (Pr)	Sin dato	Sin dato	Carrasco-Ortíz, M. A., Munguía-Lino, G., Castro-Castro, A., Vargas-Amado, G., Harker, M. & Rodríguez, A. 2019. Riqueza, drisribución geografica y estado de conservación del género Dahlia (Asteraceae) en México. Acta Bot. Mex. 126: e1354.
Dalea caeciliae	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Dalea hegewischiana	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sandoval-Mata, T. N., Hernández-Sandoval, L., Munguía-Lino, G., Steinmann, V. W. & Delgado-Salinas A. 2024. Regionalización de la provincia del Desierto Chihuahuense con base en la distribución de especies de Dalea (Fabaceae). Bot. Sci. 102 (3): 975-994.
Dalea lutea	Nativa	Escobilla amarilla	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Sandoval-Mata, T. N., Hernández-Sandoval, L., Munguía-Lino, G., Steinmann, V. W. & Delgado-Salinas A. 2024. Regionalización de la provincia del Desierto Chihuahuense con base en la distribución de especies de Dalea (Fabaceae). Bot. Sci. 102 (3): 975-994.
Dalea obovatifolia	Nativa	Ratoncillo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Rzedowski, J., Calderón de R., G., Torres-Colín, L. & Grether, R. 2016. Leguminosae. Subfamilia Papilionoideae I. Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Fasc. 192. En: Rzedowski, J. & Calderón de R., G. (Eds.). Instituto de Ecología, A. C. (INECOL). Michoacán, México. 330 pp., Cuevas-Rios, G. & Dorado, O. 2021. Dalea (Fabaceae: Amorpheae) del estado de Morelos. Flora Ilustrada del Estado de Morelos. 1: 1-80. Universidad Autónoma del Estado de Morelos: Trópico Seco Ediciones, 2021, Sandoval-Mata, T. N., Hernández-Sandoval, L., Munguía-Lino, G., Steinmann, V. W. & Delgado-Salinas A. 2024. Regionalización de la provincia del Desierto Chihuahuense con base en la distribución de especies de Dalea (Fabaceae). Bot. Sci. 102 (3): 975-994.
Dalea sericea	Nativa	Hierba de ratón	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sandoval-Mata, T. N., Hernández-Sandoval, L., Munguía-Lino, G., Steinmann, V. W. & Delgado-Salinas A. 2024. Regionalización de la provincia del Desierto Chihuahuense con base en la distribución de especies de Dalea (Fabaceae). Bot. Sci. 102 (3): 975-994.
Dalea versicolor	Nativa	Oakwoods prairie clover	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sandoval-Mata, T. N., Hernández-Sandoval, L., Munguía-Lino, G., Steinmann, V. W. & Delgado-Salinas A. 2024. Regionalización de la provincia del Desierto Chihuahuense con base en la distribución de especies de Dalea (Fabaceae). Bot. Sci. 102 (3): 975-994.
Dalea zimapanica	Endémica, Nativa	Dalea zimapanica	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sandoval-Mata, T. N., Hernández-Sandoval, L., Munguía-Lino, G., Steinmann, V. W. & Delgado-Salinas A. 2024. Regionalización de la provincia del Desierto Chihuahuense con base en la distribución de especies de Dalea (Fabaceae). Bot. Sci. 102 (3): 975-994.
Datura ceratocaula	Endémica, Nativa	Toloache de agua	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Datura stramonium	Nativa	Toloache	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Dendroviguiera eriophora	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Schilling, E. E. & Panero, J. L. 2011. A revised classification of subtribe Helianthinae (Asteraceae: Heliantheae) II. Derived lineages. Bot. J. Linn. Soc. 167: 311-331.

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Desmodium nitidum	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Desmodium subsessile	Endémica, Nativa	Desmodium subsessile	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Dichromanthus yucundaa	Endémica, Nativa	Cutzis mixteco	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A. & García-Mendoza, A. 2009. Una especie nueva de Dichromanthus (Orchidaceae, Spiranthinae) from Oaxaca, Mexico. Revista Mex. Biodivers. 80: 23-28, Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Didymaea alsinoides	Nativa	Hierbabuena del monte	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Borhidi, A. 2006. Rubiáceas de México. Akadémiai Kiadó, Budapest. 512 p.
Distichlis spicata	Nativa	Huizapol	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Dodonaea viscosa	Nativa	Chapulixtle	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	González-Elizondo, M., González-Elizondo, M. S., López-Enríquez, I. L. & Herrera-Arrieta, Y. 2017. Importancia económica y usos tradicionales de la flora. En: CONABIO y SRNYMA (Eds.). La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango (SRNYMA). México. pp. 513-528.
Drymaria laxiflora	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Dyssodia papposa	Nativa	Flamenquilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Echeandia conzattii	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ortiz-Brunel, J. P., Munguía-Lino, G., Castro-Castro, A. & Rodríguez, A. 2021. Biogeographic analysis of the American genus Echeandia (Agavoideae, Asparagaceae). Rev. Mex. Biodiv.[on line]. 92 (2021): e923739.
Echeandia flavescens	Nativa	Coyamol	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ortiz-Brunel, J. P., Munguía-Lino, G., Castro-Castro, A. & Rodríguez, A. 2021. Biogeographic analysis of the American genus Echeandia (Agavoideae, Asparagaceae). Rev. Mex. Biodiv.[on line]. 92 (2021): e923739.
Echeandia reflexa	Nativa	Echeandia reflexa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ortiz-Brunel, J. P., Munguía-Lino, G., Castro-Castro, A. & Rodríguez, A. 2021. Biogeographic analysis of the American genus Echeandia (Agavoideae, Asparagaceae). Rev. Mex. Biodiv.[on line]. 92 (2021): e923739.
Echeandia vestita	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ortiz-Brunel, J. P., Munguía-Lino, G., Castro-Castro, A. & Rodríguez, A. 2021. Biogeographic analysis of the American genus Echeandia (Agavoideae, Asparagaceae). Rev. Mex. Biodiv.[on line]. 92 (2021): e923739.
Echeveria gibbiflora	Nativa	Tememetla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Calix, E. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Crassulaceae J. St.-Hil.; Oxalidaceae R. Br.; Phyllonomaceae Small & Pterostemonaceae Small. 213-215; 268; 270; 276. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. p. 213-215; 268; 270; 276

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Echeveria gigantea	Endémica, Nativa	Flor bonita	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Calix, E. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Crassulaceae J. St.-Hil.; Oxalidaceae R. Br.; Phyllonomaceae Small & Pterostemonaceae Small. 213-215; 268; 270; 276. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. p. 213-215; 268; 270; 276
Echeveria harmsii	Endémica	Red Echeveria	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Calix, E. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Crassulaceae J. St.-Hil.; Oxalidaceae R. Br.; Phyllonomaceae Small & Pterostemonaceae Small. 213-215; 268; 270; 276. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. p. 213-215; 268; 270; 276
Echeveria heterosepala	Endémica, Nativa	Conchita de flor verde	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Calix, E. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Crassulaceae J. St.-Hil.; Oxalidaceae R. Br.; Phyllonomaceae Small & Pterostemonaceae Small. 213-215; 268; 270; 276. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. p. 213-215; 268; 270; 276
Echeveria nodulosa	Endémica, Nativa	Oreja de conejo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Calix, E. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Crassulaceae J. St.-Hil.; Oxalidaceae R. Br.; Phyllonomaceae Small & Pterostemonaceae Small. 213-215; 268; 270; 276. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. p. 213-215; 268; 270; 276
Echeveria setosa	Endémica, Nativa	Conchita sedosa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Meyrán, G. J. & Chávez, L. L. 2003. Las crasuláceas de México. Sociedad Mexicana de Cactología, A. C., México., Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Hernández Robles, D. R., Plata Corredor, C. A., Stjernegaard Jeppesen, T., Örn, A., Vandepitte, L., Hobern, D., Schalk, P., DeWalt, R. E., Ma, K., Miller, J., Orrell, T., Aalbu, R., Abbott, J. et al. 2024. Catalogue of Life Checklist (Version 2024-04-26). Catalogue of Life. https://doi.org/10.48580/dg4lg
Ehretia latifolia	Nativa	Capulín blanco	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Miller, J. S. 2011c. 211. Ehretiaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Rubiaceae a Verbenaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 4 (2): 1-13
Electranthera mutica	Nativa	Veinte reales	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis., Rzedowski, J. & Calderón de R., G. 2008. Compositae. Tribu Heliantheae I. En: Rzedowski, J. & Calderón de R., G. (Eds.). Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A. C. (INECOL). Michoacán, México. 344 pp. Fasc. 157., Redonda-Martínez, R., Pliscoff, P., Moreira-Muñoz, A., Martínez Salas, E. M. & Samain, S. 2021. Towards Conservation of the Remarkably High Number of Daisy Trees (Asteraceae) in Mexico. Plants. 10: 534., Pruski, J. F., Mesfin Tadesse & Crawford, D. J. 2015. Studies of Neotropical Compositae–XI. The new generic name Electranthera Coreopsideae). Phytoneuron. 68: 1-17.
Eleocharis dombeyana	Nativa	Eleocharis dombeyana	Sin dato	Sin dato	Sin dato	González-Elizondo, M. S., Reznicek, A. A. & Tena-Flores, J. A. 2018. Cyperaceae in Mexico: Diversity and distribution. Bot. Sci. 96 (2): 305-331.
Eleocharis geniculata	Nativa	Cebollín	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	González-Elizondo, M. S., Reznicek, A. A. & Tena-Flores, J. A. 2018. Cyperaceae in Mexico: Diversity and distribution. Bot. Sci. 96 (2): 305-331.
Epidendrum lignosum	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Soto Arenas, M. A., Hágsater, E., Jiménez Machorro, R., Salazar Chávez G. A., Solano Gómez, R., Flores González, R. & Ruiz Contreras, I. 2007. Las Orquídeas de México-Catálogo Digital. Herbario AMO, México
Eragrostis atrovirens	Exótica	Thalia Lovegrass	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Gómez-Sánchez, M., Valdés-Reyna, J., Ortíz, J. J., Morín, C., Castrejón, J. & Ocampo, A. 2006. Catálogo de gramíneas de México. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 671 p.,

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						Villaseñor, J. L. & Espinosa-García, F. J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. Diversity and Distributions. 10 (2): 113-123., Espinosa-García, F. J. 2000. Malezas introducidas de México. Centro de investigaciones en ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de Datos SNIB-CONABIO. Proyecto U024. Morelia, Mich. México
Eragrostis mexicana	Nativa	Zacate de agua	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sánchez-Ken, J. G. 2019a. Riqueza de especies, clasificación y listado de las gramíneas (Poaceae) de México Species richness, classification and a checklist of the grasses (Poaceae) of Mexico. Acta Bot. Mex. 126: e1379.
Eremosis corymbosa	Endémica, Nativa	Ahuitule	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Eremosis macvaughii	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Erigeron karvinskianus	Nativa	Marimonia	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Calderón de Rzedowski, G. & Rzedowski, J. (Eds.). 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). (Edición digital: INECOL 2010)
Erigeron longipes	Nativa	Chalchuán	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Erodium cicutarium	Exótica-Invasora	Aguja del pastor	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Chávez-Rendón, C. & Medina-Lemos, R. 2019. Geraniaceae Juss. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Medina Lemos, R. (Ed.) Nueva serie publicación digital. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. México. 38 Pp
Eryngium carlinae	Nativa	Cabezona	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Ruiz, I. 2013. Contribución al conocimiento del género Eryngium (Apiaceae) en el estado de Michoacán, México. Acta Bot. Mex. 103: 65-118
Eryngium heterophyllum	Nativa	Hierba del sapo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2011a. Angiospermae. Magnoliopsida. Apiaceae Lindl. & Araliaceae Juss. En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 172-173; 177, García-Ruiz, I. 2013. Contribución al conocimiento del género Eryngium (Apiaceae) en el estado de Michoacán, México. Acta Bot. Mex. 103: 65-118
Eryngium scaposum	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2011a. Angiospermae. Magnoliopsida. Apiaceae Lindl. & Araliaceae Juss. En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 172-173; 177
Erythranthe glabrata	Nativa	Hierba del cáncer de agua	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Euphorbia anychioides	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Boissier, P. E. 1860. Cent. Euphorb. Leipzig, Alemania., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Euphorbia dentata	Nativa	Hierba de la araña	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Michaux, A. 1803. Flora Boreali-Americana (Michaux). 2., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Euphorbia dioeca	Nativa	Golondrina	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Kunth, K. S. 1817. Nov. Gen. Sp. [H.B.K.]. 2., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Euphorbia nutans	Nativa	Candelilla	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	Lagasca y Segura, M. 1816. Genera et species plantarum, quae aut novae sunt aut nondum recte cognoscuntur. ., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Euphorbia radians	Nativa	Colecitas	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Bentham, G. 1839. Pl. Hartw. [Bentham]., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Euphorbia villifera	Nativa	Hairy Sandmat	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Scheele, G. H. A. 1849. Linnaea. Berlín, Alemania. 22., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Euploca foliosissima	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Eysenhardtia platycarpa	Endémica, Nativa	Cuate	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Cuevas Guzmán, R., Núñez López, N. M. & Sánchez Rodríguez, E. V. 2021. Flora arbórea de la Estación Científica Las Joyas y áreas adyacentes, Sierra de Manantlán, México. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur (IMECBIO). Autlán de Navarro, Jalisco, México, C.P. 48900 pp. I-XIX, 1-456
Eysenhardtia polystachya	Nativa	Palo azul	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Florestina purpurea	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Forestiera rotundifolia	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011c. Angiospermae. Magnoliopsida. Icacinaceae Miers.; Lacistemataceae Mart.; Lecythidaceae A. Rich.; Lennoaceae Solms; Loganiaceae R. Br. ex Mart.; Martyniaceae Horan.; Ochnaceae DC.; Oleaceae Hoffmanns. & Link; Pedaliaceae R. Br. & Platanaceae T. Lestib. En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 228-229; 233; 251-252; 258; 266; 269; 273
Fraxinus uhdei	Nativa	Fresno mexicano	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Funastrum elegans	Endémica, Nativa	Bejuco elegante	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Juárez-Jaimes, V., Alvarado-Cárdenas, L. & Villaseñor, J. L. 2007. Revista Mex. Biodivers. La familia Apocynaceae sensu lato en México: diversidad y distribución. 78: 459- 482., Chávez-Hernández, M. G. & Alvarado-Cárdenas, L. O. 2022. Taxonomía, distribución y conservación de Funastrum (Apocynaceae; Asclepiadoideae) en México. Bot. Sci. 100 (4): 1073-1101.
Galinsoga quadriradiata	Nativa	Guasca	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Galium fuscum	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Borhidi, A. 2019. La familia Rubiaceae en la flora de México. Akadémiai Kiadó, Budapest. 704 pp.
Galium hypocarpium	Nativa	Coralito	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Borhidi, A. 2019. La familia Rubiaceae en la flora de México. Akadémiai Kiadó, Budapest. 704 pp.
Galium mexicanum	Nativa	Amor de hortelano	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Borhidi, A. 2019. La familia Rubiaceae en la flora de México. Akadémiai Kiadó, Budapest. 704 pp.
Galphimia elegans	Endémica	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	León Velasco, M. E. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Malpighiaceae Juss. Myricaceae A. Rich. ex Kunth; Myristicaceae R. Br. & Simaroubaceae DC. 254-255; 263; 290. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Garrya laurifolia	Nativa	Cuachichic	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Cuevas Guzmán, R., Núñez López, N. M. & Sánchez Rodríguez, E. V. 2021. Flora arbórea de la Estación Científica Las Joyas y áreas adyacentes, Sierra de Manantlán, México. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur (IMECBIO). Autlán de Navarro, Jalisco, México, C.P. 48900 pp. I-XIX, 1-456, Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Garrya ovata	Nativa	Zumaque	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Nesom, G. L. 2012a. Notes on the Garrya ovata (Garryaceae) complex. Phytoneuron. 2012-97: 1-6.
Geranium schiedeanum	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Aedo, C. 2008. RJB Geranium: Geranium Taxonomic Information System (version 2008)., Aedo, C. 2023. A Monograph of the genus Geranium L. (Geraniaceae). 978-84-00-11123-6 e-ISBN: 978-84-00-11124-3. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España. 898 Pp
Geranium seemannii	Nativa	Agujona	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Aedo, C. 2008. RJB Geranium: Geranium Taxonomic Information System (version 2008)., Aedo, C. 2023. A Monograph of the genus Geranium L. (Geraniaceae). 978-84-00-11123-6 e-ISBN: 978-84-00-11124-3. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España. 898 Pp
Gibasis consobrina	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Gibasoides laxiflora	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hunt, D. R. 1998a. Commelinaceae de México. Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot & J. Fa (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Glandularia bipinnatifida	Nativa	Alfombrilla de campo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Rzedowski, J. & Calderón, G 2002. Verbenaceae. En: Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. (Eds.). Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. Fasc. 100: 1-145, Rueda, R. 2012. 217. Verbenaceae. In: Davidse,

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Rubiaceae a Verbenaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 4 (2): 1-64
Gonolobus uniflorus	Nativa	Meloncillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Juárez-Jaimes, V., Alvarado-Cárdenas, L. & Villaseñor, J. L. 2007. Revista Mex. Biodivers. La familia Apocynaceae sensu lato en México: diversidad y distribución. 78: 459- 482.
Govenia capitata	Endémica, Nativa	Azucena de monte	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Govenia lagenophora	Nativa	Cozticzacatzacoxochitl	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Greenwoodiella micrantha	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Grindelia inuloides	Endémica, Nativa	Árnica	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Grindelia subdecurrens	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Gymnosperma glutinosum	Nativa	Tatalencho	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Habenaria subauriculata	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Hebecarpa obscura	Nativa	Velvetseed milkwort	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Abbott, J. R. & Pastore, J. F. B. 2015. Preliminary synopsis of the genus Hebecarpa (Polygalaceae). Kew Bull. 70(3): 39(1–8)
Hechtia oaxacana	Endémica, Nativa	Bromelia	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Burt-Utley, K., Utley, J. F. & García-Mendoza, A. 2011. Phytoneuron. Contributions toward a revision of Hechtia (Bromeliaceae, Pitcairnoideae). I. New and noteworthy species of Hechtia from Mexico. 59:1-17., Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2018. La familia Bromeliaceae en México. Bot. Sci. 96 (3) 533-554.
Helenium mexicanum	Nativa	Cabezona	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Heliotropium curassavicum	Nativa	Hierba de fuego	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Heterotheca grandiflora	Nativa	Margarita telégrafo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Hernández Robles, D. R., Plata Corredor, C. A., Stjernegaard Jeppesen, T., Örn, A., Vandepitte, L., Hobern, D., Schalk, P., DeWalt, R. E., Ma, K., Miller, J., Orrell, T., Aalbu, R., Abbott, J. et al. 2024. Catalogue of Life Checklist (Version 2024-04-26). Catalogue of Life. https://doi.org/10.48580/dg4lg
Heterotheca inuloides	Endémica, Nativa	Árnica mexicana	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Calderón de Rzedowski, G. & Rzedowski, J. (Eds.). 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). (Edición digital: INECOL 2010)

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Hilaria cenchroides	Nativa	Espiga negra	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Hymenocallis vasconcelosii	Endémica, Nativa	Lirio araña	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2021. Amaryllidaceae J. St.-Hil. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Hypoxis colliculata	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011f. Angiospermae. Liliopsida. Hypoxidaceae R. Br. & Themidaceae Salisb. En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 322; 350
Ipomoea capillacea	Nativa	Romerillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Ipomoea dumetorum	Nativa	Campanilla estrellita	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Ipomoea elongata	Nativa	Rompeplatos	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Ipomoea murucoides	Nativa	Cazahuate blanco	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Jaltomata procumbens	Nativa	Jaltomate	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145., González-Elizondo, M., González-Elizondo, M. S., López-Enríquez, I. L. & Herrera-Arrieta, Y. 2017. Importancia económica y usos tradicionales de la flora. En: CONABIO y SRNYMA (Eds.). La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango (SRNYMA). México. pp. 513-528., UNEP-WCMC (Comps.). 2020. The Checklist of CITES Species Website. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland. Compiled by UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Available at: http://checklist.cites.org. [Accessed 29/05/2020]
Juncus balticus	Nativa	Baltic Rush	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Balslev, H. & Duno de Stefano, R. 2015. La familia Juncaceae en México. Acta Bot. Mex. 111: 61-164
Juncus ebracteatus	Nativa	Sangrinaria hembra	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						(VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Juncus microcephalus	Nativa	Junca	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Justicia aurea	Nativa	Cola de zorra amarilla	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Daniel, T. F. & Acosta, C. S. 2003. Acanthaceae. En: Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. (Eds.). Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. Fasc. 117: 1-173
Kearnemalvastrum lacteum	Nativa	Malvavisco	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Fryxell, P. A. 2012 (2024). 169. Malvaceae. Fl. Mesoamer. Surianaceae a Icacinaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Vol.3(2): ined. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Knowltonia mexicana	Nativa	Hierba de los pordioseros	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Krameria pauciflora	Endémica, Nativa	Abrojo rojo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Hernández Robles, D. R., Plata Corredor, C. A., Stjernegaard Jeppesen, T., Örn, A., Vandepitte, L., Hobern, D., Schalk, P., DeWalt, R. E., Ma, K., Miller, J., Orrell, T., Aalbu, R., Abbott, J. et al. 2024. Catalogue of Life Checklist (Version 2024-04-26). Catalogue of Life. https://doi.org/10.48580/dg4lg
Kyrsteniopsis nelsonii	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Casi amenazado (NT)	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Laelia furfuracea	Endémica, Nativa	Flor de San Francisco	Sujeta a protección especial (Pr)	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Lamourouxia dasyantha	Endémica, Nativa	Chupamiel rosa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Rojas-Gutiérrez, J. F. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Scrophulariaceae Juss. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. pp. 288-290
Lamourouxia multifida	Nativa	Chupamiel milhojas	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Christenhusz, M. J. M. 2011b. 227. Orobanchaceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Vol. 5(1): 1-23. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Lamourouxia viscosa	Nativa	Chupamiel	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Christenhusz, M. J. M. 2011b. 227. Orobanchaceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Vol. 5(1): 1-23. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Lantana hirta	Nativa	Orégano de monte	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Rueda, R. 2012. 217. Verbenaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Rubiaceae a Verbenaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 4 (2): 1-64
Lemna minuta	Nativa	Lenteja de agua	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Haigh, A., Clark, B., Reynolds, L., Mayo, S. J., Croat, T. B., Lay, L., Boyce, P. C., Mora, M., Bogner, J., Sellaro, M., Wong, S. Y., Kostelac, C., Grayum, M.H., Keating, R. C., Ruckert, G., Naylor, M. F. & Hay, A. 2011. Araceae. CATE. disponible en: http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30000216-2; consultada en 2020
Lepechinia schiedeana	Nativa	Hierba del cáncer	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Leucaena leucocephala	Nativa	Barba de chivo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						septiembre de 2014), Hernández, H. M., Ricker, M., Rodríguez Rivera, S. Castillo Santiago, M. A. Hernández Juárez, R. A. Hernández, D. 2020. Atlas de las leguminosas arbóreas de México: clado mimosoide. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Petróleos Mexicanos, Ciudad de México, México. 417 páginas.
Leucaena pallida	Nativa	Guaje delgado	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Hernández, H. M., Ricker, M., Rodríguez Rivera, S. Castillo Santiago, M. A. Hernández Juárez, R. A. Hernández, D. 2020. Atlas de las leguminosas arbóreas de México: clado mimosoide. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Petróleos Mexicanos, Ciudad de México, México. 417 páginas.
Linum rupestre	Nativa	Lino	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Manzanero Medina, G. I. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Cactaceae Juss. (Acanthocereus, Aporocactus, Echinocactus, Echinocereus, Escontria, Ferocactus & Ortegocactus); Eriocaulaceae Martinov; Linaceae DC. ex Perleb & Olacaceae R. Br. 202-204; 251; 266. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Linum scabrellum	Endémica, Nativa	Lino	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Manzanero Medina, G. I. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Cactaceae Juss. (Acanthocereus, Aporocactus, Echinocactus, Echinocereus, Escontria, Ferocactus & Ortegocactus); Eriocaulaceae Martinov; Linaceae DC. ex Perleb & Olacaceae R. Br. 202-204; 251; 266. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Linum schiedeanum	Nativa	Lino	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Manzanero Medina, G. I. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Cactaceae Juss. (Acanthocereus, Aporocactus, Echinocactus, Echinocereus, Escontria, Ferocactus & Ortegocactus); Eriocaulaceae Martinov; Linaceae DC. ex Perleb & Olacaceae R. Br. 202-204; 251; 266. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Lithospermum calcicola	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Cohen, J. I. 2018. A Revision of the Mexican Species of Lithospermum (Boraginaceae). Ann. Missouri Bot. Gard. 103 (2): 200-257, Patiño-Siciliano, A. 2020. Familia Boraginaceae. Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Rzedowski, J. & Hernández Ledesma, P. 212: 1-186. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Instituto de Ecología A. C.
Lithospermum dodrantale	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Cohen, J. I. 2018. A Revision of the Mexican Species of Lithospermum (Boraginaceae). Ann. Missouri Bot. Gard. 103 (2): 200-257
Lithospermum flavum	Nativa	Guizh-guiee-naranj	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Cohen, J. I. 2018. A Revision of the Mexican Species of Lithospermum (Boraginaceae). Ann. Missouri Bot. Gard. 103 (2): 200-257
Litsea glaucescens	Nativa	Laurel de la sierra	En peligro de extinción (P)	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Lorea-Hernández, F. G. 2011. Aguacatillos y especies afines (Lauraceae). En: CONABIO (Ed.). La biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado. Vol. II. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. pp. 141-147., van der Werff, H. H. 2016 (2024). 78. Lauraceae (in part). Fl. Mesoamer. (Inéd.). Cycadaceae a Connaraceae. In: Ulloa Ulloa, C., Hernández Macías, H. M., Barrie, F. R. & Knapp, S.(Eds.). Vol. 2 (1): 1-248. Missouri Botanical Garden, St. Louis
Lobelia laxiflora	Nativa	Aretitos	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Rzedowski, J. 2019. Inventario actualizado de las especies Mexicanas de la familia Campanulaceae. Bot. Sci. 97 (1): 110-127., Senterre, B. & Castillo-Campos, G. 2009. Campanulaceae. Fl. Veracruz. 149: 1-122
Loeselia coerulea	Endémica, Nativa	Jarrito	Sin dato	Sin dato	Sin dato	POWO. 2020-2026 (onwards). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; http://www.plantsoftheworldonline.org/
Loeselia mexicana	Nativa	Espinosilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						septiembre de 2014), Nash, D. L. 1979b. Polemoniaceae. Fl. Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Fasc. 7: 1-27, Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Lopezia racemosa	Nativa	Alfilerillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Wagner, W. L. & Hoch, P. C. 2005. The Evening Primrose Family website. Onagraceae. Onagraceae. Disponible en : http://botany.si.edu/onagraceae/index.cfm., Wagner, W. L., Hoch, P. C. & Raven, P. H. 2007. Revised classification of the Onagraceae. Syst. Bot. Monogr. 83: 1-240. The American Society of Plant Taxonomist
Lophocereus marginatus	Endémica, Nativa	Órgano	Sin dato	Datos insuficientes (DD)	Apéndice II	Hunt, D. R. 2016. CITES Cactaceae Checklist, 3a ed. Royal Botanic Gardens Kew, CITES, IOS, England, London, 174 pp., Arias, S. & Terrazas, T. 2009. Taxonomic revision of Pachycereus (Cactaceae). Syst. Bot.34: 68-83., Korotkova, N., Aquino, A., Arias, S., Eggli, U., Frank, A., F., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M., Luther, K., Majure, L.C., Müller, A., Metzing, D., Nyffeler, R., Sánchez, D., Schlumpberger, B. & Berendson. 2021 (onwards). Cactaceae at Caryophyllales.org. Disponible en: https://caryophyllales.org/Checklist.
Ludwigia octovalvis	Nativa	Calavera	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Wagner, W. L. & Hoch, P. C. 2005. The Evening Primrose Family website. Onagraceae. Onagraceae. Disponible en : http://botany.si.edu/onagraceae/index.cfm., Hoch, P.C. 2009. 183. Onagraceae. Descripción de la familia y clave genérica. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Missouri Botanical Garden, St. Louis., Wagner, W. L., Hoch, P. C. & Raven, P. H. 2007. Revised classification of the Onagraceae. Syst. Bot. Monogr. 83: 1-240. The American Society of Plant Taxonomist
Lycianthes (Eulycianthes) peduncularis	Endémica, Nativa	Ojo de venado	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Bitter, G. 1919. Abh. Naturwiss. Die Gattung Lycianthes. Vereine Bremen. 24 (2): 292-520., Dean, E., Poore, E., Anguiano-Constante, M. A., Nee, M. H., Kang, H., Starbuck, T., Rodrígues, A. & Conner, M. 2020. The genus Lycianthes (Solanaceae, Capsiceae) in Mexico and Guatemala. PhytoKeys. 168: 1- 333.
Lythrum gracile	Nativa	Atlanchane	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Macroptilium gibbosifolium	Nativa	Jícama de monte	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Torres-Colín, L. & Delgado-Salinas, A. 2001. Macroptilium (Benth.) Urb. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot Gard. In: Stevens, W. D., Ulloa, C., Pool, A. & Montiel, O. M. (Eds.). 85(2): 1032-1034, Torres-Colín, L., Cruz-Durán, R., Flores-Franco, G., Hernández Priego, D. L., Delgado-Salinas, A. & Medina-Lemos, R. 2021. Fabaceae Tribu Phaseoleae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Medina Lemos, R. (Ed.) Nueva serie publicación digital. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Malacomeles denticulata	Nativa	Tlaxistle	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Rzedowski, J. 2021. La familia Rosaceae en México. Polibotánica. 51: 1-16
Malaxis javesiae	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Malaxis unifolia	Nativa	Green adder's-mouth	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	POWO. 2020-2026 (onwards). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; http://www.plantsoftheworldonline.org/
Malpighia mexicana	Nativa	Nanche rojo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	León Velasco, M. E. 2014. Malpighiaceae. Fl. Guerrero. No. 61: 1-130. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
Mammillaria albilanata	Endémica, Nativa	Biznaga de lana blanca	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	Backeberg, C. 1939. Mammillaria albilanata Bckbg. spec. nov. Kakteenkunde.1939: 47., Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, U. & Vázquez-Benítez, B. 2012. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasciculo 95. Cactaceae. Instituto de Biología, UNAM. 235 pp. 95., Korotkova, N., Aquino, A., Arias,

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						S., Eggli, U., Frank, A., F., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M., Luther, K., Majure, L.C., Müller, A., Metzing, D., Nyffeler, R., Sánchez, D., Schlumpberger, B. & Berendson. 2021 (onwards). Cactaceae at Caryophyllales.org. Disponible en: https://caryophyllales.org/Checklist.
Mammillaria discolor	Endémica, Nativa	Biznaga de diversos colores	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	Haworth, A. H. 1812.Synopsis Plantarum Succulentarum: cum descriptionibus, synonymis, locis, observationibus anglicanis, culturaque.. A. H. Haworth. London. England. 207 pp., Hunt, D. R. 2016. CITES Cactaceae Checklist, 3a ed. Royal Botanic Gardens Kew, CITES, IOS, England, London, 174 pp., Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, U. & Vázquez-Benítez, B. 2012. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasciculo 95. Cactaceae. Instituto de Biología, UNAM. 235 pp. 95.
Mammillaria flavicentra	Endémica, Nativa	Biznaga de espinas aureas	Sin dato	Datos insuficientes (DD)	Apéndice II	Hunt, D. R. 2016. CITES Cactaceae Checklist, 3a ed. Royal Botanic Gardens Kew, CITES, IOS, England, London, 174 pp., Mottram, R. 1980.Mammill. Index. Whitestone Gardens Ltd., Thirsk, North Yorkshire, England, 103 pp., Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, U. & Vázquez-Benítez, B. 2012. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasciculo 95. Cactaceae. Instituto de Biología, UNAM. 235 pp. 95., Korotkova, N., Aquino, A., Arias, S., Eggli, U., Frank, A., F., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M., Luther, K., Majure, L.C., Müller, A., Metzing, D., Nyffeler, R., Sánchez, D., Schlumpberger, B. & Berendson. 2021 (onwards). Cactaceae at Caryophyllales.org. Disponible en: https://caryophyllales.org/Checklist.
Mammillaria lanigera	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Reppenhagen, W. 1987.Die Gattung Mammillaria nach dem heutigen Stand meines Wissens. Arbeitskreis für Mammillarienfreunde. 223 pp., Korotkova, N., Aquino, A., Arias, S., Eggli, U., Frank, A., F., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M., Luther, K., Majure, L.C., Müller, A., Metzing, D., Nyffeler, R., Sánchez, D., Schlumpberger, B. & Berendson. 2021 (onwards). Cactaceae at Caryophyllales.org. Disponible en: https://caryophyllales.org/Checklist.
Mammillaria mystax	Endémica, Nativa	Biznaga de la Mixteca	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	Martius, C. 1832. Beschreibung einiger neuen Nopaleen. Nova Acta Acad. Caes. Leop.-Carol. German. Nat. Cur.16: 332-362., Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, U. & Vázquez-Benítez, B. 2012. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasciculo 95. Cactaceae. Instituto de Biología, UNAM. 235 pp. 95., Korotkova, N., Aquino, A., Arias, S., Eggli, U., Frank, A., F., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M., Luther, K., Majure, L.C., Müller, A., Metzing, D., Nyffeler, R., Sánchez, D., Schlumpberger, B. & Berendson. 2021 (onwards). Cactaceae at Caryophyllales.org. Disponible en: https://caryophyllales.org/Checklist.
Mandevilla mexicana	Endémica, Nativa	Hierba de la cochinilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alvarado-Cárdenas, L. O. & Morales, J.F. 2014. El género Mandevilla (Apocynaceae: Apocynoideae, Mesechiteae) en México. Bot. Sci. 92(1): 59–79.
Marina nutans	Nativa	Escobillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Calderón de Rzedowski, G. & Rzedowski, J. (Eds.). 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). (Edición digital: INECOL 2010)
Maurandya scandens	Nativa	Tlaltecomaxóchitl	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Christenhusz, M. J. M. 2014 (2022). 222. Plantaginaceae. In: Ulloa Ulloa, C., Hernández Macías, H. M., Barrie, F. R. & Knapp, S. (Eds.). Fl. Mesoamer. Solanaceae a Caprifoliaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 5 (1): 1-73
Mecardonia procumbens	Nativa	Hoja de quebranto	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Calderón de Rzedowski, G. & Rzedowski, J. (Eds.). 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). (Edición digital: INECOL 2010)
Medicago polymorpha	Exótica	Carretilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Calderón de Rzedowski, G. & Rzedowski, J. (Eds.). 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). (Edición digital: INECOL 2010)
Melampodium perfoliatum	Nativa	Ojo de perico	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Stuessy, T. F., Weiss-Schneeweiss, H., Schneeweiss, G. M. & Villaseñor, J. L. 2025. Ecology, and Chromosomal Evolution of Melampodium (Asteraceae): Analysis of Species from Latin America and the Southwestern United States. Springer Cham, Switzerland AG.xxi, 203 p

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Melampodium pringlei	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Stuessy, T. F., Weiss-Schneeweiss, H., Schneeweiss, G. M. & Villaseñor, J. L. 2025. Ecology, and Chromosomal Evolution of Melampodium (Asteraceae): Analysis of Species from Latin America and the Southwestern United States. Springer Cham, Switzerland AG.xxi, 203 p
Melilotus albus	Exótica	Meliloto blanco	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espinosa-García, F. J. 2000. Malezas introducidas de México. Centro de investigaciones en ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de Datos SNIB-CONABIO. Proyecto U024. Morelia, Mich. México, Sousa, M. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Leguminosae Juss. 233-251. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Melilotus indicus	Exótica	Trébol amargo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Villaseñor, J. L. & Espinosa-García, F. J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. Diversity and Distributions. 10 (2): 113-123., Espinosa-García, F. J. 2000. Malezas introducidas de México. Centro de investigaciones en ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de Datos SNIB-CONABIO. Proyecto U024. Morelia, Mich. México, Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Hernández Robles, D. R., Plata Corredor, C. A., Stjernegaard Jeppesen, T., Örn, A., Vandepitte, L., Hobern, D., Schalk, P., DeWalt, R. E., Ma, K., Miller, J., Orrell, T., Aalbu, R., Abbott, J. et al. 2024. Catalogue of Life Checklist (Version 2024-04-26). Catalogue of Life. https://doi.org/10.48580/dg4lg
Mentzelia hispida	Endémica, Nativa	Zazálic	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Mesadenus polyanthus	Nativa	Kuts'is	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Metastelma lanceolatum	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Juárez-Jaimes, V., Alvarado-Cárdenas, L. & Villaseñor, J. L. 2007. Revista Mex. Biodivers. La familia Apocynaceae sensu lato en México: diversidad y distribución. 78: 459- 482., Juárez-Jimenez, V. & Lozada-Pérez, L. 2003. Asclepiadaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasc. 37: 1-61
Milla biflora	Nativa	Estrellita	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011f. Angiospermae. Liliopsida. Hypoxidaceae R. Br. & Themidaceae Salisb. En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 322; 350
Milla oaxacana	Endémica	Estrellita de campo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011e. Angiospermae. Liliopsida. Agavaceae Dumort.; Alliaceae Borkh.; Amaryllidaceae J.St.-Hill.; Anthericaceae J.Agardh.; Calochortaceae Dumort; Cannaceae Juss.; Convallariaceae Horan.; Cyclanthaceae Poit ex A. Rich.; Dracaenaceae Salisb. & Haemodoraceae R. Br. En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 305-307; 315-317; 321
Mimosa eurycarpa	Nativa	Cola de iguana	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Roskov, Y.R., Bisby, F. A., Zarucchi, J. L., Schire & White, R. J. (Eds.). 2015-2018 (onwards). ILDIS World Database of Legumes. Annual Checklist. DVD Species 2000: Reading, UK. http://www.catalogueoflife.org/
Mimosa lacerata	Endémica, Nativa	Garabato	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Mirabilis albida	Nativa	White Four o'Clock	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hernández-Ledesma, P. 2018. Nyctaginaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. 1-61. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Mirabilis jalapa	Nativa	Maravilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Spellenberg, R. 2001. Nyctaginaceae. En: Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. (Eds.). Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. Fasc. 93: 1-97, Hernández-Ledesma, P. 2018. Nyctaginaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. 1-61. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Monnina xalapensis	Nativa	Hierba de la mula	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Salas-Morales, S. H. 2011b. Angiospermae. Magnoliopsida. Marcgraviaceae Bercht. & J. Presl. & Polygalaceae Hoffmanns. & Link. 258; 273-274. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Montanoa tomentosa	Nativa	Zoapatle	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Muhlenbergia implicata	Nativa	Muhlenbergia implicata	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514., Vigosa-Mercado, J. L. & Ruíz-Sánchez, E. 2020. Subfamilia Poöideae. Fl. Bajio Regiones Adyacentes. En: Rzedowski J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 219: 1-121. Instituto de Ecología A. C., Herrera-Arrieta, Y. & Peterson, P. M. 2017. Familia Gramineae. Subfamilia Chloridoideae I (género Muhlenbergia). Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Rzedowski, J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 199: 1-30. Instituto de Ecología A. C.
Muhlenbergia rigida	Nativa	Grama	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sánchez-Ken, J. G. 2019a. Riqueza de especies, clasificación y listado de las gramíneas (Poaceae) de México Species richness, classification and a checklist of the grasses (Poaceae) of Mexico. Acta Bot. Mex. 126: e1379.
Muhlenbergia robusta	Nativa	Zacate de escobillas	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514., Vigosa-Mercado, J. L. & Ruíz-Sánchez, E. 2020. Subfamilia Poöideae. Fl. Bajio Regiones Adyacentes. En: Rzedowski J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 219: 1-121. Instituto de Ecología A. C., Herrera-Arrieta, Y. & Peterson, P. M. 2017. Familia Gramineae. Subfamilia Chloridoideae I (género Muhlenbergia). Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Rzedowski, J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 199: 1-30. Instituto de Ecología A. C.
Muhlenbergia virletii	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514., Vigosa-Mercado, J. L. & Ruíz-Sánchez, E. 2020. Subfamilia Poöideae. Fl. Bajio Regiones Adyacentes. En: Rzedowski J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 219: 1-121. Instituto de Ecología A. C., Herrera-Arrieta, Y. & Peterson, P. M. 2017. Familia Gramineae. Subfamilia Chloridoideae I (género Muhlenbergia). Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Rzedowski, J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 199: 1-30. Instituto de Ecología A. C.
Myriopus volubilis	Nativa	Bejuco verde	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, M., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yáñez, S. et al. 2018. An integrated assessment of vascular plants species of the Americas. Science. 358: 1614-1617, f. 1-4.
Nanogalactia brachystachys	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Queiroz, L. P., Oliveira, A. C. & Snak, C. 2020. Disentangling the taxonomy of the Galactia-Camptosema- Collaea complex with new generic circumscriptions in the Galactia clade (Leguminosae, Diocleae). Neodiversity. 13(1):56-94
Neltuma juliflora	Nativa	Huizache	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Hughes, C. E., Ringelberg, J. J., Lewis, G. P. & Catalano, S. A. 2022. Disintegration of the genus Prosopis L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade). PhytoKeys. 205: 147-189
Nephrolepis cordifolia	Exótica	Helecho serrucho	En peligro de extinción (P)	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p.

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Nicotiana glauca	Exótica	Tabaquillo sudamericano	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Villaseñor, J. L. & Espinosa-García, F. J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. Diversity and Distributions. 10 (2): 113-123., Knapp, S., Bohs, L., Nee, M. & Spooner, D. M. 2004. Solanaceae - a model for linking genomics with biodiversity. Comp Funct Genom. 5: 285-291.
Nissolia microptera	Endémica, Nativa	Zapotillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Nissolia platycarpa	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Nothoscordum bivalve	Nativa	Cebolleta	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2011e. Angiospermae. Liliopsida. Agavaceae Dumort.; Alliaceae Borkh.; Amaryllidaceae J.St.-Hill.; Anthericaceae J.Agardh.; Calochortaceae Dumort; Cannaceae Juss.; Convallariaceae Horan.; Cyclanthaceae Poit ex A. Rich.; Dracaenaceae Salisb. & Haemodoraceae R. Br. En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 305-307; 315-317; 321
Oenothera anomala	Nativa	Gaura naranja mexicana	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Wagner, W. L. & Hoch, P. C. 2005. The Evening Primrose Family website. Onagraceae. Onagraceae. Disponible en : http://botany.si.edu/onagraceae/index.cfm.
Oenothera epilobiifolia	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Wagner, W. L. & Hoch, P. C. 2005. The Evening Primrose Family website. Onagraceae. Onagraceae. Disponible en : http://botany.si.edu/onagraceae/index.cfm.
Oenothera suffrutescens	Nativa	Onagra de olor	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hoch, P.C. 2009. 183. Onagraceae. Descripción de la familia y clave genérica. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Missouri Botanical Garden, St. Louis., Wagner, W. L., Hoch, P. C. & Raven, P. H. 2007. Revised classification of the Onagraceae. Syst. Bot. Monogr. 83: 1-240. The American Society of Plant Taxonomist
Opuntia huajuapensis	Endémica, Nativa	Nopal chino	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	Bravo-Hollis, H. 1954. Iconografia de las Cactáceas Mexicanas. (Tercera serie). Cactáceas de las Mixtecas Altas. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Bot. 25: 473-552., Hunt, D. R. 2016. CITES Cactaceae Checklist, 3a ed. Royal Botanic Gardens Kew, CITES, IOS, England, London, 174 pp., Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, U. & Vázquez-Benítez, B. 2012. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasciculo 95. Cactaceae. Instituto de Biología, UNAM. 235 pp. 95.
Opuntia lasiacantha	Endémica, Nativa	Nopal de cerro	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	Pfeiffer, L. 1837.Enumeratio diagnostica cactearum hucusque cognitarum. Oehmigke. Berlín. 192 pp., Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, U. & Vázquez-Benítez, B. 2012. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasciculo 95. Cactaceae. Instituto de Biología, UNAM. 235 pp. 95., Korotkova, N., Aquino, A., Arias, S., Eggli, U., Frank, A., F., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M., Luther, K., Majure, L.C., Müller, A., Metzing, D., Nyffeler, R., Sánchez, D., Schlumpberger, B. & Berendson. 2021 (onwards). Cactaceae at Caryophyllales.org. Disponible en: https://caryophyllales.org/Checklist., Arias, S., Puente-Martínez, R. & Aquino, D. A. 2024. Familia Cactaceae II. Subfamilia Opuntioideae. Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Fasc. 242. Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México
Opuntia megacantha	Endémica, Nativa	Nopal blanco	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Guzmán, U., Arias, S. & Dávila, P. 2003.Catálogo de Cactáceas Mexicanas. UNAM, CONABIO, México, D. F., Salm-Reifferscheild-Dyck, J. 1834.Hortus Dyckensis. Chez Arnz & Comp. Dusseldorf. 376 pp.
Opuntia streptacantha	Endémica, Nativa	Nopal cardón	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	Lemaire, Ch. 1839.Cactearum Genera Nova Speciesque Novae et omnium in Horto monvilliano cultarum ex affinitatibus naturalibus ordinatio nova indexque methodicus. Lutetiis-Parisiorum. París.

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						115 pp., Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, U. & Vázquez-Benítez, B. 2012. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasciculo 95. Cactaceae. Instituto de Biología, UNAM. 235 pp. 95., Korotkova, N., Aquino, A., Arias, S., Eggli, U., Frank, A., F., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M., Luther, K., Majure, L.C., Müller, A., Metzing, D., Nyffeler, R., Sánchez, D., Schlumpberger, B. & Berendson. 2021 (onwards). Cactaceae at Caryophyllales.org. Disponible en: https://caryophyllales.org/Checklist., Arias, S., Puente-Martínez, R. & Aquino, D. A. 2024. Familia Cactaceae II. Subfamilia Opuntioideae. Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Fasc. 242. Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México
Opuntia tomentosa	Nativa	Nopal chamacuelo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	Salm-Reifferscheild-Dyck, J. 1822.Observationes Botanicae in Horto Dickensi Notatae. T. F. Thiriart. Coloniae. 47 pp., Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, U. & Vázquez-Benítez, B. 2012. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Fasciculo 95. Cactaceae. Instituto de Biología, UNAM. 235 pp. 95., Korotkova, N., Aquino, A., Arias, S., Eggli, U., Frank, A., F., Gómez-Hinostrosa, C., Guerrero, P.C., Hernández, H.M., Kohlbecker, A., Köhler, M., Luther, K., Majure, L.C., Müller, A., Metzing, D., Nyffeler, R., Sánchez, D., Schlumpberger, B. & Berendson. 2021 (onwards). Cactaceae at Caryophyllales.org. Disponible en: https://caryophyllales.org/Checklist., Arias, S., Puente-Martínez, R. & Aquino, D. A. 2024. Familia Cactaceae II. Subfamilia Opuntioideae. Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Fasc. 242. Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México
Orthosia angustifolia	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hernández-Barón, G. M., Juárez-Jaimes, V. & Campos-Villanueva, A. 2019. La subfamilia Asclepiadoideae (Apocynaceae) de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Rev. Mex. Biodivers. 90 (2019): e902897
Osbertia stolonifera	Nativa	Margarita amarilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Oxalis corniculata	Sin dato	Acedera asiática	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sidwell, K. 2011. 129. Oxalidaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Fabaceae a Begoniaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 3 (1): 1-37
Oxalis hernandezii	Endémica, Nativa	Oxalis hernandezii	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Calix, E. 2009. Oxalidaceae. En: Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. (Eds.). Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. Fasc. 164: 1-49
Oxalis lasiandra	Endémica, Nativa	Palmoxalis	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Calix, E. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Crassulaceae J. St.-Hil.; Oxalidaceae R. Br.; Phyllonomaceae Small & Pterostemonaceae Small. 213-215; 268; 270; 276. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. p. 213-215; 268; 270; 276
Oxalis latifolia	Nativa	Acederilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sidwell, K. 2011. 129. Oxalidaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Fabaceae a Begoniaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 3 (1): 1-37
Parasicyos dieterleae	Endémica, Nativa	Chayotillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Lira-Saade, R. & Torres-Colín, R. 1991. Acta Bot. Mex. Cuatro nuevos registros y una nueva especie de Cucurbitaceae para la flora de Oaxaca. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. 16. In: Rzedowski, J. (Ed.), Lira, R. & Rodríguez-Arévalo, I. 2006. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto No. DS002. Catálogo de la familia Cucurbitaceae de México. Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos, FES Iztacala, UNAM.
Passiflora bryonioides	Nativa	Cocapitos	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Calderón de Rzedowski, G., Rzedowski, J. & MacDougal, J. M. 2004. Passifloraceae. En: Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. (Eds.). Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. Fasc. 121: 1-44
Passiflora exsudans	Endémica, Nativa	Té de insomnio	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Calderón de Rzedowski, G., Rzedowski, J. & MacDougal, J. M. 2004. Passifloraceae. En: Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. (Eds.). Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. Fasc. 121: 1-44

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Passiflora karwinskii	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Calderón de Rzedowski, G., Rzedowski, J. & MacDougal, J. M. 2004. Passifloraceae. En: Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. (Eds.). Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. Fasc. 121: 1-44
Pellaea atropurpurea	Nativa	Helecho	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p., Pérez-Atilano, Y., Sánchez-González, A. & Tejero-Díez, J. D. 2015. Amer. Fern J. Species Richness, Distribution, and Morphological Variation of Lycophytes and Monilophytes in a Semi-arid Region of Mexico. The American Fern Society. 105 (3):238-256.
Penstemon barbatus	Nativa	Muicle	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Zacarías-Correa, A. G., Guzmán-Díaz, S. & Pérez-Calix, E. 2019. Taxonomía, distribución geográfica y ecológica del género Penstemon Plantaginaceae) en la Faja Volcánica Transmexicana, México. Acta Bot. Mex. 126: e1428
Penstemon campanulatus	Nativa	Aretillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Zacarías-Correa, A. G., Guzmán-Díaz, S. & Pérez-Calix, E. 2019. Taxonomía, distribución geográfica y ecológica del género Penstemon Plantaginaceae) en la Faja Volcánica Transmexicana, México. Acta Bot. Mex. 126: e1428
Penstemon isophyllus	Endémica, Nativa	Chilpan	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Zacarías-Correa, A. G., Guzmán-Díaz, S. & Pérez-Calix, E. 2019. Taxonomía, distribución geográfica y ecológica del género Penstemon Plantaginaceae) en la Faja Volcánica Transmexicana, México. Acta Bot. Mex. 126: e1428
Penstemon roseus	Endémica, Nativa	Campanita rosa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Zacarías-Correa, A. G., Guzmán-Díaz, S. & Pérez-Calix, E. 2019. Taxonomía, distribución geográfica y ecológica del género Penstemon Plantaginaceae) en la Faja Volcánica Transmexicana, México. Acta Bot. Mex. 126: e1428
Peperomia campylotropa	Nativa	Pimienta de tierra	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Calderón de Rzedowski, G. & Rzedowski, J. (Eds.). 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). (Edición digital: INECOL 2010)
Persea americana	Nativa	Aguacate	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Lorea-Hernández, F. G. 2011. Aguacatillos y especies afines (Lauraceae). En: CONABIO (Ed.). La biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado. Vol. II. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México. pp. 141-147., van der Werff, H. H. 2016 (2024). 78. Lauraceae (in part). Fl. Mesoamer. (Inéd.). Cycadaceae a Connaraceae. In: Ulloa Ulloa, C., Hernández Macías, H. M., Barrie, F. R. & Knapp, S.(Eds.). Vol. 2 (1): 1-248. Missouri Botanical Garden, St. Louis
Persicaria amphibia	Exótica	Chilillo de agua	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Freeman, C. C. & Reveal, J. L. 2005. Polygonaceae. Magnoliophyta: Caryophyllidae, Part 2. In: Flora of North America Association Committee. New York and Oxford. Fl. N. Amer. N. Mexico [FNA Ed. Comm.]. Disponible en: http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=1. Vol. 5
Perymenium discolor	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Phaseolus coccineus	Nativa	Ayocote	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Delgado-Salinas, A., Bibler, R. & Lavin, M. 2006. Syst. Bot. Phylogeny of the genus Phaseolus (Leguminosae): a recent diversification in an ancient landscape. 31(4): 779-791., Torres-Colín, L., Cruz-Durán, R., Flores-Franco, G., Hernández Priego, D. L., Delgado-Salinas, A. & Medina-Lemos, R. 2021. Fabaceae Tribu Phaseoleae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Medina Lemos, R. (Ed.) Nueva serie publicación digital. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Phaseolus leptostachyus	Nativa	Frijol bayo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Torres-Colín, L., Cruz-Durán, R., Flores-Franco, G., Hernández Priego, D. L., Delgado-Salinas, A. & Medina-Lemos, R. 2021. Fabaceae Tribu Phaseoleae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Medina Lemos, R. (Ed.) Nueva serie publicación digital. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Phaseolus nelsonii	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Vulnerable (VU)	Sin dato	Delgado-Salinas, A., Bibler, R. & Lavin, M. 2006. Syst. Bot. Phylogeny of the genus Phaseolus (Leguminosae): a recent diversification in an ancient landscape. 31(4): 779-791.
Phaseolus vulgaris	Nativa	Frijol	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Delgado-Salinas, A., Bibler, R. & Lavin, M. 2006. Syst. Bot. Phylogeny of the genus Phaseolus (Leguminosae): a recent diversification in an ancient landscape. 31(4): 779-791., Torres-Colín, L., Cruz-Durán, R., Flores-Franco, G., Hernández Priego, D. L., Delgado-Salinas, A. & Medina-Lemos, R. 2021. Fabaceae Tribu Phaseoleae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Medina Lemos, R. (Ed.) Nueva serie publicación digital. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Phlebodium areolatum	Nativa	Helecho	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p.
Physalis (Rydbergis) chenopodifolia	Endémica, Nativa	Tomatillo silvestre	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez, M., Vargas-Ponce, O. & Zamora-Tavares, P. 2023. Taxonomic revision of Physalis in Mexico. Front. Genet. 14:1080176
Physalis (Rydbergis) patula	Endémica, Nativa	Tomatillo pegajoso	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Martínez, M., Vargas-Ponce, O. & Zamora-Tavares, P. 2023. Taxonomic revision of Physalis in Mexico. Front. Genet. 14:1080176
Phytolacca icosandra	Nativa	Mazorquilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), González-Elizondo, M., González-Elizondo, M. S., López-Enríquez, I. L. & Herrera-Arrieta, Y. 2017. Importancia económica y usos tradicionales de la flora. En: CONABIO y SRNYMA (Eds.). La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango (SRNYMA). México. pp. 513-528., Sandoval-Ortega, M. H. & Siqueiros-Delgado, M. E. 2018. Las familias Aizoaceae, Molluginaceae y Phytolaccaceae (Caryophyllales) en el estado de Aguascalientes, México. Polibotánica. 27-47
Pinaropappus roseus	Nativa	Chipule	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Pinaropappus spathulatus	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Pinguicula (Temnoceras) moranensis	Nativa	Violeta de barranca	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Pinus (Pinus) pseudostrobus	Nativa	Pino lacio	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Gernandt, D. S., González Elizondo, M. S., Pérez de la Rosa, J. A., Vargas-Amado, G. & Willyard, A. 2025. Pinus L. eFloraMEX. Flora de México en línea. Disponible en: https://efloramex.ib.unam.mx/cdm_dataportal/taxon/6c847e7e-32ec-488c-b790-8322f6e54919.
Pinus apulcensis	Nativa	Pino de Apulco	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Gernandt, D. S., Willyard, A., Vázquez-Lobo, A., Moreno-Letelier, A., Delgado, P., Figueroa, D. S. & González-Elizondo, M. S. 2025. Multilocus phylogenetics of Pinus subsection Ponderosae using the Hyb-Seq method. Bot. Sci. 103 (Special Issue): S95-S112. 2025.
Pinus oaxacana	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Gernandt, D. S., Willyard, A., Vázquez-Lobo, A., Moreno-Letelier, A., Delgado, P., Figueroa, D. S. & González-Elizondo, M. S. 2025. Multilocus phylogenetics of Pinus subsection Ponderosae using the Hyb-Seq method. Bot. Sci. 103 (Special Issue): S95-S112. 2025.
Piptochaetium fimbriatum	Nativa	Arrocillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Piqueria trinervia	Nativa	Altarreina	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						(VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Pithecellobium elachistophyllum	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Villaseñor, J. L., Ortiz, E., Redonda-Martínez, R. & Gual, M. 2010. Nomenclator taxonómico de las especies del Bosque Húmedo de Montaña en México. Base de datos CONABIO.
Plantago nivea	Nativa	Pastora	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Christenhusz, M. J. M. 2014 (2022). 222. Plantaginaceae. In: Ulloa Ulloa, C., Hernández Macías, H. M., Barrie, F. R. & Knapp, S. (Eds.). Fl. Mesoamer. Solanaceae a Caprifoliaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 5 (1): 1-73
Plectocephalus rothrockii	Nativa	Rothrock's knapweed	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Pleopeltis conzattii	Endémica, Nativa	Helecho	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p.
Pleopeltis furfuracea	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Cabrera, D., Hernández-Hernández, N. N., Isidro-Hernández, B., Hernández-Álvarez, A. G., Sánchez-González, A. 2019. Diversidad de licopodios y helechos del bosque tropical subcaducifolio del estado de Hidalgo, México. Acta Bot. Mex. 126: e1434.
Pleopeltis polylepis	Nativa	Lengua de ciervo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p.
Plumbago zeylanica	Nativa	Aretitos	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Jorgensen, P. M., Nee, M. H. & Beck, S. G. 2015 (onwards). Bolivia Catalogue. Base de datos Online. Catálogo de las Plantas Vasculares de Bolivia. Missouri Botanical Garden, The New York Botanical Garden & Herbario Nacional de Bolivia (LPB).
Plumeria rubra	Nativa	Flor de Mayo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	González-Elizondo, M., González-Elizondo, M. S., López-Enríquez, I. L. & Herrera-Arrieta, Y. 2017. Importancia económica y usos tradicionales de la flora. En: CONABIO y SRNYMA (Eds.). La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango (SRNYMA). México. pp. 513-528., González-Rocha, E. & Cerros-Tlatilpa, R. 2015. La familia Apocynaceae (Apocynoideae y Rauvolfioideae) en el estado de Morelos, México. Acta Bot. Mex. 110: 21-70
Poa annua	Exótica	Zacate azul	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Villaseñor, J. L. & Espinosa-García, F. J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. Diversity and Distributions. 10 (2): 113-123., Espinosa-García, F. J. 2000. Malezas introducidas de México. Centro de investigaciones en ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de Datos SNIB-CONABIO. Proyecto U024. Morelia, Mich. México, Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Polygala pterocarya	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Salas-Morales, S. H. 2011b. Angiospermae. Magnoliopsida. Marcgraviaceae Bercht. & J. Presl. & Polygalaceae Hoffmanns. & Link. 258; 273-274. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Polypodium thyssanolepis	Nativa	Helecho	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Mickel, J. T. & Smith, A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. Vol. 88. Memoirs of The New York Botanical Garden. The New York Botanical Garden. USA. 1054 p.
Polypogon monspeliensis	Exótica-Invasora	Cola de zorra	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Villaseñor, J. L. & Espinosa-García, F. J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. Diversity and Distributions. 10 (2): 113-123., Espinosa-García, F. J. 2000. Malezas introducidas de México. Centro de investigaciones en ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de Datos SNIB-CONABIO. Proyecto U024. Morelia, Mich. México, Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Polypogon viridis	Exótica	Cola de ardilla eurasiática	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Villaseñor, J. L. & Espinosa-García, F. J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. Diversity and Distributions. 10 (2): 113-123., Espinosa-García, F. J. 2000. Malezas introducidas de México. Centro

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						de investigaciones en ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de Datos SNIB-CONABIO. Proyecto U024. Morelia, Mich. México, Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Ponthieva mexicana	Nativa	Ramo de novia	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Populus alba	Exótica	Álamo blanco	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ayala, M. M. & Solano, E. 2011. Salicaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. Fasc. 87:1-21
Porophyllum linaria	Endémica, Nativa	Chepiche	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Porophyllum tagetoides	Nativa	Chepiche	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Potentilla indica	Exótica	Falsa fresa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Rzedowski, J. 2021. La familia Rosaceae en México. Polibotánica. 51: 1-16
Priva mexicana	Nativa	Pegarropa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Proboscidea louisianica	Nativa	Toritos	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Heredia-Aguilar, I. G. & Fuentes-Chávez, R. I. 2021. Martyniaceae Horan. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Blología, Universidad Nacional Autónoma de México
Proboscidea triloba	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Heredia-Aguilar, I. G. & Fuentes-Chávez, R. I. 2021. Martyniaceae Horan. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Blología, Universidad Nacional Autónoma de México
Prunus serotina	Nativa	Capulín	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Arroyo, L. 2008. Tintes naturales mexicanos: su aplicación en algodón, henequén y lana. CONABIO-ENA., Rzedowski, J. 2021. La familia Rosaceae en México. Polibotánica. 51: 1-16
Pseudoeriocoma eminens	Nativa	Agujilla grande	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Peterson, P. M., Romaschenko, K., Soreng, R. J. & Valdés-Reyna, J. 2019. A key to the North American genera of Stipeae (Poaceae, Pooideae) with descriptions and taxonomic names for species of Eriocoma, Neotrinia, Oloptum, and five new genera: Barkworthia, ×Eriosella, Pseudoeriocoma, Ptilagrostiella, and Thorneochloa. PhytoKeys. 126: 89–125. doi: 10.3897/phytokeys.126.34096
Pseudognaphalium stramineum	Nativa	Sanguinaria	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Quercus (Quercus) acutifolia	Endémica, Nativa	Aguatle	Sin dato	Vulnerable (VU)	Sin dato	Née, L. 1801. Anales Ci. Nat. Descripciones de varias especies nuevas de encina (Quercus de Linneo). Madrid, España. 3., Valencia-A., S., Flores-Franco, G. & Jiménez-Ramírez, J. 2015. A nomenclatural revision of Quercus acutifolia, Q. conspersa and Q. grahamii (Lobatae, Fagaceae). Phytotaxa. 218 (3): 289-294
Quercus (Quercus) castanea	Nativa	Encino capulincillo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Née, L. 1801. Anales Ci. Nat. Descripciones de varias especies nuevas de encina (Quercus de Linneo). Madrid, España. 3., Valencia-Avalos, S. & Flores-Franco, G. 2006. Catálogo de autoridades taxonómicas de las fagáceas (Fagaceae: Magnoliopsida) de México. Facultad de Ciencias, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto CS008. México, D.F., Cuevas Guzmán, R., Núñez López, N. M. & Sánchez Rodríguez, E. V. 2021. Flora arbórea de la Estación Científica Las Joyas y áreas adyacentes, Sierra de Manantlán, México. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur (IMECBIO). Autlán de Navarro, Jalisco, México, C.P. 48900 pp. I-XIX, 1-456
Quercus (Quercus) deserticola	Endémica, Nativa	Encino blanco	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Trelease, W. 1924. Mem. Natl. Acad. Sci. The American Oaks. Government Printing Office. Washington, USA. 20. In: Cramer, J. & Swann, H. K., Valencia-Avalos, S., Flores-Franco, G.,

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						Jiménez-Ramírez, J. & Mora-Jarvio, M. 2017. Distribution and diversity of Fagaceae in Hidalgo, Mexico. Bot. Sci. 95 (4): 660-721
Quercus (Quercus) frutex	Endémica, Nativa	Encino	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Trelease, W. 1924. Mem. Natl. Acad. Sci. The American Oaks. Government Printing Office. Washington, USA. 20. In: Cramer, J. & Swann, H. K., Valencia-Avalos, S., Flores-Franco, G., Jiménez-Ramírez, J. & Mora-Jarvio, M. 2017. Distribution and diversity of Fagaceae in Hidalgo, Mexico. Bot. Sci. 95 (4): 660-721
Quercus (Quercus) laeta	Endémica, Nativa	Roble blanco	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Liebmann, F. M. 1854. Oversight Kongelige danske Videnskabernes Selskabs Forhandlingar. Om Egeslaegten i America. Alemania. (5 y 6)., Cuevas Guzmán, R., Núñez López, N. M. & Sánchez Rodríguez, E. V. 2021. Flora arbórea de la Estación Científica Las Joyas y áreas adyacentes, Sierra de Manantlán, México. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur (IMECBIO). Autlán de Navarro, Jalisco, México, C.P. 48900 pp. I-XIX, 1-456
Quercus (Quercus) liebmannii	Endémica, Nativa	Encino amarillo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Liebmann, F. M. 1869. Chenes Amer. Trop. París, Francia. In: Oersted, A. S., Valencia-A., S. 2004. Diversidad del género Quercus (Fagaceae) en México. Bol. Soc. Bot. México. 75:33-53.
Quercus (Quercus) magnoliifolia	Endémica, Nativa	Encino amarillo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Née, L. 1801. Anales Ci. Nat. Descripciones de varias especies nuevas de encina (Quercus de Linneo). Madrid, España. 3., Cuevas Guzmán, R., Núñez López, N. M. & Sánchez Rodríguez, E. V. 2021. Flora arbórea de la Estación Científica Las Joyas y áreas adyacentes, Sierra de Manantlán, México. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur (IMECBIO). Autlán de Navarro, Jalisco, México, C.P. 48900 pp. I-XIX, 1-456
Quercus (Quercus) microphylla	Endémica, Nativa	Encino enano	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Née, L. 1801. Anales Ci. Nat. Descripciones de varias especies nuevas de encina (Quercus de Linneo). Madrid, España. 3., Valencia-Avalos, S., Flores-Franco, G., Jiménez-Ramírez, J. & Mora-Jarvio, M. 2017. Distribution and diversity of Fagaceae in Hidalgo, Mexico. Bot. Sci. 95 (4): 660-721
Quercus (Quercus) rugosa	Nativa	Encino quiebra hacha	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Née, L. 1801. Anales Ci. Nat. Descripciones de varias especies nuevas de encina (Quercus de Linneo). Madrid, España. 3., Lebgue-Keleng, T., Soto-Cruz, R., Quintana Martínez, G., Quiñónez-Martínez, M. & Viramontes Olivas, O. 2014. Bosques templados o bosques de coníferas. En: CONABIO (Ed.). La biodiversidad en Chihuahua. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 410-415., Valencia-Avalos, S., Flores-Franco, G., Jiménez-Ramírez, J. & Mora-Jarvio, M. 2017. Distribution and diversity of Fagaceae in Hidalgo, Mexico. Bot. Sci. 95 (4): 660-721
Quercus (Quercus) segoviensis	Nativa	Roble belloto	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Liebmann, F. M. 1854. Oversight Kongelige danske Videnskabernes Selskabs Forhandlingar. Om Egeslaegten i America. Alemania. (5 y 6)., Valencia-A., S. 2004. Diversidad del género Quercus (Fagaceae) en México. Bol. Soc. Bot. México. 75:33-53.
Ranunculus (Euranunculus) dichotomus	Nativa	Te de sequía	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Benson, L. 1948. A Treatise on the North American Ranunculi. Amer. Midl. Naturalist. 40 (1): 1–261, Martínez, M. 2015. Ranunculaceae. Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Rzedowski, J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 190:1-76. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán, México
Ranunculus (Euranunculus) macranthus	Nativa	Large Buttercup	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Benson, L. 1948. A Treatise on the North American Ranunculi. Amer. Midl. Naturalist. 40 (1): 1–261, Martínez, M. 2015. Ranunculaceae. Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Rzedowski, J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 190:1-76. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán, México
Ranunculus (Euranunculus) petiolaris	Nativa	Aceitilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez, M. 2015. Ranunculaceae. Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Rzedowski, J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 190:1-76. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán, México, Nesom, G. L. 1993. Ranunculus (Ranunculaceae) in Nuevo Leon, Mexico, with comments on R. petiolaris group. Phytologia. 75 (5): 391-398.
Ranunculus (Euranunculus) pilosus	Nativa	Flor de chile	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Rhamnus calderoniae	Endémica	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Fernández-Nava, R. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Rhamnaceae Juss. 276-277. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Rhaphiolepis bibas	Exótica	Níspero	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Liu, B., Wang, Y., Hong, D. & Wen J. 2020. A synopsis of the expanded Rhaphiolepis (Maleae, Rosaceae). PhytoKeys. 154: 19-55
Rhodosciadium pringlei	Endémica, Nativa	Rhodosciadium pringlei	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Watson, M. 2011. Umbellifers: World Umbellifer Database (version Nov 2011). Annual Checklist. DVD Species 2000: Reading, UK. http://www.catalogueoflife.org/
Rhus mollis	Endémica, Nativa	Cimarrón	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sosa, V. & Gómez-Pompa, A. 1994. Lista Florística. Fl. Veracruz. Instituto de Ecología A. C. Xalapa. University of California, Riverside, CA., Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Rhus oaxacana	Endémica, Nativa	Rhus oaxacana	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Fonseca, R. M. & Medina-Lemos, R. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Anacardiaceae R. Br. En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 171-172
Rhus standleyi	Endémica, Nativa	Vara negra	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Fonseca, R. M. & Medina-Lemos, R. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Anacardiaceae R. Br. En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p. 171-172
Rhus virens	Nativa	Capulín	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Rhynchosia pringlei	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Torres-Colín, L., Cruz-Durán, R., Flores-Franco, G., Hernández Priego, D. L., Delgado-Salinas, A. & Medina-Lemos, R. 2021. Fabaceae Tribu Phaseoleae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Medina Lemos, R. (Ed.) Nueva serie publicación digital. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Rhynchosia senna	Nativa	Texas Snoutbean	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Torres-Colín, L., Cruz-Durán, R., Flores-Franco, G., Hernández Priego, D. L., Delgado-Salinas, A. & Medina-Lemos, R. 2021. Fabaceae Tribu Phaseoleae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Medina Lemos, R. (Ed.) Nueva serie publicación digital. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Rhynchospora tenuis	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	González-Elizondo, M. S., Reznicek, A. A. & Tena-Flores, J. A. 2018. Cyperaceae in Mexico: Diversity and distribution. Bot. Sci. 96 (2): 305-331.

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Ricinus communis	Exótica-Invasora	Higuerilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	L. 1753. Species Plantarum., Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Hernández Robles, D. R., Plata Corredor, C. A., Stjernegaard Jeppesen, T., Örn, A., Vandepitte, L., Hobern, D., Schalk, P., DeWalt, R. E., Ma, K., Miller, J., Orrell, T., Aalbu, R., Abbott, J. et al. 2024. Catalogue of Life Checklist (Version 2024-04-26). Catalogue of Life. https://doi.org/10.48580/dg4lg
Ruehssia mexicana	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Alvarado-Cárdenas, L. O., Chávez-Hernández, M. G. & Velazco-Macías, C. G. 2021. Ajustes taxonómicos en Apocynaceae Mexicanas. Phytoneuron. 2021-47: 1-22.
Ruellia puberula	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Daniel, T. F. 2016. New distribution records for Acanthaceae in Mexico. Phytoneuron. 26:1-13.
Rumex crispus	Exótica-Invasora	Lengua de vaca eurasiática	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Castillejos-Cruz, C. & Solano, E. 2008. Polygonaceae. En: Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. (Eds.). Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. Fasc. 153: 1-49
Ruta chalepensis	Exótica	Ruda	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Muñoz G. F., Navarro, C. & Quintanar, A. & Buira, A. (Eds.). 2015. Rutaceae. Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. IX Rhamnaceae-Polygalaceae. CXVIII. pp:129-134. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
Salix taxifolia	Nativa	Palo de agua	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ayala, M. M. & Solano, E. 2011. Salicaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. Fasc. 87:1-21
Salvia amarissima	Endémica, Nativa	Hierba del cáncer	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia concolor	Endémica, Nativa	Salvia azul de montaña	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Bedolla García, B. Y., Zamudio Ruiz, S. & Cornejo Tenorio, G. 2024. Fasc. 241: Familia Lamiaceae II (género Salvia). Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Hernández Lezama, P. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia fruticulosa	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia leptostachys	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Fragoso-Martínez, I., Martínez-Gordillo, M., & Salas, S. 2021. Salvia fimbriaticalyx, a new species of Salvia (Lamiaceae) from Oaxaca, Mexico. Phytotaxa. 518(4): 241-250., González-Gallegos, J. G., Pío-León, J. F. & Castro-Castro, A. 2021. Salvia beltraniorum (Lamiaceae), a new species in savannoid vegetation from Cosalá, Sinaloa, Mexico. Phytotaxa. 529 (1): 160–170, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia lineata	Endémica, Nativa	Oaxaca Orange Woolly Sage	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M., Martínez-Ambriz, E., García-Peña, M. R., Cantú-Morón, E. A. & Fragoso-Martínez, I. 2019. Lamiaceae Martinov. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. En: Medina-Lemos (ed.). Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Cd. Mx.1-233, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia littae	Endémica, Nativa	Salvia littae	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M., Martínez-Ambriz, E., García-Peña, M. R., Cantú-Morón, E. A. & Fragoso-Martínez, I. 2019. Lamiaceae Martinov. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. En: Medina-Lemos (ed.). Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Cd. Mx.1-233, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia longispicata	Endémica, Nativa	Mirto	Sin dato	Sin dato	Sin dato	González-Gallegos, J. G., Pío-León, J. F. & Castro-Castro, A. 2021. Salvia beltraniorum (Lamiaceae), a new species in savannoid vegetation from Cosalá, Sinaloa, Mexico. Phytotaxa. 529 (1): 160–170, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I.,

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia melissodora	Endémica, Nativa	Mirto uva	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia mexicana	Endémica, Nativa	Tlacote	Sin dato	Sin dato	Sin dato	González-Gallegos, J. G., Pío-León, J. F. & Castro-Castro, A. 2021. Salvia beltraniorum (Lamiaceae), a new species in savannoid vegetation from Cosalá, Sinaloa, Mexico. Phytotaxa. 529 (1): 160–170, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia polystachia	Nativa	Romerillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M., Martínez-Ambriz, E., García-Peña, M. R., Cantú-Morón, E. A. & Fragoso-Martínez, I. 2019. Lamiaceae Martinov. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. En: Medina-Lemos (ed.). Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Cd. Mx.1-233, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia purpurea	Nativa	Salvia púrpura	Sin dato	Sin dato	Sin dato	González-Gallegos, J. G., Pío-León, J. F. & Castro-Castro, A. 2021. Salvia beltraniorum (Lamiaceae), a new species in savannoid vegetation from Cosalá, Sinaloa, Mexico. Phytotaxa. 529 (1): 160–170, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia pusilla	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia recurva	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M., Martínez-Ambriz, E., García-Peña, M. R., Cantú-Morón, E. A. & Fragoso-Martínez, I. 2019. Lamiaceae Martinov. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. En: Medina-Lemos (ed.). Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Cd. Mx.1-233, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia semiatrata	Endémica, Nativa	Pine Mountain Sage	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M., Martínez-Ambriz, E., García-Peña, M. R., Cantú-Morón, E. A. & Fragoso-Martínez, I. 2019. Lamiaceae Martinov. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. En: Medina-Lemos (ed.). Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Cd. Mx.1-233, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia sessei	Endémica, Nativa	Sabanito	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Martínez-Gordillo, M., Martínez-Ambriz, E., García-Peña, M. R., Cantú-Morón, E. A. & Fragoso-Martínez, I. 2019. Lamiaceae Martinov. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. En: Medina-Lemos (ed.). Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Cd. Mx.1-233, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia setulosa	Endémica, Nativa	Rasping Sage	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia thymoides	Endémica, Nativa	Salvia tomillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M., Martínez-Ambriz, E., García-Peña, M. R., Cantú-Morón, E. A. & Fragoso-Martínez, I. 2019. Lamiaceae Martinov. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. En: Medina-Lemos (ed.). Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Cd. Mx.1-233, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Salvia tiliifolia	Nativa	Salvia hoja de tilo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	González-Gallegos, J. G., Pío-León, J. F. & Castro-Castro, A. 2021. Salvia beltraniorum (Lamiaceae), a new species in savannoid vegetation from Cosalá, Sinaloa, Mexico. Phytotaxa. 529 (1): 160–170, Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Salvia villosa	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M., Bedolla-García, B., Cornejo-Tenorio, G., Fragoso-Martínez, I., García-Peña, M. R., González-Gallegos, G., Lara-Cabrera, S. I. & Zamudio, S. 2017. Lamiaceae de México. Bot. Sci. 95 (4): 780-806., Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Sambucus nigra	Exótica	Saúco negro	Sin dato	Sin dato	Sin dato	POWO. 2020-2026 (onwards). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; http://www.plantsoftheworldonline.org/
Sarcoglottis schaffneri	Nativa	Schaffner's Fleshy Orchid	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Schoenoplectus americanus	Nativa	Junco espadaña	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	González-Elizondo, M. S., Reznicek, A. A. & Tena-Flores, J. A. 2018. Cyperaceae in Mexico: Diversity and distribution. Bot. Sci. 96 (2): 305-331.
Schoenus nigricans	Nativa	Black bog-rush	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	González-Elizondo, M. S., Reznicek, A. A. & Tena-Flores, J. A. 2018. Cyperaceae in Mexico: Diversity and distribution. Bot. Sci. 96 (2): 305-331.
Sechium edule	Nativa	Chayote	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Lira, R. & Rodríguez-Arévalo, I. 2006. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto No. DS002. Catálogo de la familia Cucurbitaceae de México. Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos, FES Iztacala, UNAM.
Sedum liebmannianum	Endémica, Nativa	Siempreviva mixteca	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Calix, E. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Crassulaceae J. St.-Hil.; Oxalidaceae R. Br.; Phyllonomaceae Small & Pterostemonaceae Small. 213-215; 268; 270; 276. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. p. 213-215; 268; 270; 276
Sedum quevae	Endémica, Nativa	Siempreviva de barranca	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Calix, E. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Crassulaceae J. St.-Hil.; Oxalidaceae R. Br.; Phyllonomaceae Small & Pterostemonaceae Small. 213-215; 268; 270; 276. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. p. 213-215; 268; 270; 276
Senega mexicana	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Senna holwayana	Nativa	Huesillo	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Serjania goniocarpa	Nativa	Zarzaparrilla	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G. & Sinaca-Colín, S. 2025. Lo pasado, pasado: actualización taxonómica y distribución geográfica de la flora vascular de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Revista Mex. Biodivers. e965749
Sicyos parviflorus	Nativa	Amole	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Willdenow, C. L. 1805. Species Plantarum, Editio quarta. 4 (1)., Lira, R. & Rodríguez-Arévalo, I. 2006. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto No. DS002. Catálogo de la familia Cucurbitaceae de México. Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos, FES Iztacala, UNAM.
Sida rhombifolia	Nativa	Tlalamate	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G. & Sinaca-Colín, S. 2025. Lo pasado, pasado: actualización taxonómica y distribución geográfica de la flora vascular de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Revista Mex. Biodivers. e965749

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Simsia rhombifolia	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Simsia sanguinea	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Sisyrinchium bracteatum	Endémica, Nativa	Sisyrinchium bracteatum	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Sisyrinchium convolutum	Nativa	Sisyrinchium convolutum	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo Serna, A., López-Ferrari, A. R. & Ceja Romero, J. 2010. Iridaceae. Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Fasc. 166
Sisyrinchium longipes	Nativa	Timberland blue-eyed grass	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Hernández Robles, D. R., Plata Corredor, C. A., Stjernegaard Jeppesen, T., Örn, A., Vandepitte, L., Hobern, D., Schalk, P., DeWalt, R. E., Ma, K., Miller, J., Orrell, T., Aalbu, R., Abbott, J. et al. 2024. Catalogue of Life Checklist (Version 2024-04-26). Catalogue of Life. https://doi.org/10.48580/dg4lg
Sisyrinchium longispathum	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Sisyrinchium macrophyllum	Endémica, Nativa	Sisyrinchium macrophyllum	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo Serna, A., López-Ferrari, A. R. & Ceja Romero, J. 2010. Iridaceae. Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Fasc. 166
Sisyrinchium scabrum	Nativa	Pasto de ojos azules	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo Serna, A., López-Ferrari, A. R. & Ceja Romero, J. 2010. Iridaceae. Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Fasc. 166
Smilax moranensis	Nativa	Itamo real	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Solanum (Leptostemomum) mitlense	Endémica, Nativa	Hoja de manteca	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Nee, M. 1999b. Synopsis of Solanum in the New World. Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization. In: M. Nee, D. E. Symon, R. N. Lester & J. P. Jessop (Eds.). Pp. 285-333. Royal Botanic Gardens, Kew., Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Solanum (Leptostemomum) rostratum	Nativa	Ayohuiztle	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ramírez, R., Vargas, P. O., Arreola, H., Cedano, M., González, R., González-Villarreal, L. M., Harker, M., Hernández, I., Martínez, R. E., Pérez de la Rosa, J. et al. 2010. Catálogo de plantas vasculares de Jalisco. Universidad de Guadalajara, Sociedad Botánica de México, Universidad Autónoma Metropolitana. 143 p., Nee, M. 1999b. Synopsis of Solanum in the New World. Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization. In: M. Nee, D. E. Symon, R. N. Lester & J. P. Jessop (Eds.). Pp. 285-333. Royal Botanic Gardens, Kew., Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Solanum (Solanum) americanum	Nativa	Hierba mora	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Nee, M. 1999b. Synopsis of Solanum in the New World. Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization. In: M. Nee, D. E. Symon, R. N. Lester & J. P. Jessop (Eds.). Pp. 285-333. Royal Botanic Gardens, Kew., Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Solanum (Solanum) bulbocastanum	Nativa	Papa cimarrona	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ramírez, R., Vargas, P. O., Arreola, H., Cedano, M., González, R., González-Villarreal, L. M., Harker, M., Hernández, I., Martínez, R. E., Pérez de la Rosa, J. et al. 2010. Catálogo de plantas vasculares de Jalisco. Universidad de Guadalajara, Sociedad Botánica de México, Universidad Autónoma Metropolitana. 143 p., Nee, M. 1999b. Synopsis of Solanum in the New World. Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization. In: M. Nee, D. E. Symon, R. N. Lester & J. P. Jessop (Eds.). Pp. 285-333. Royal Botanic Gardens, Kew., Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Solanum (Solanum) lesteri	Endémica	Amaranto	Sin dato	Datos insuficientes (DD)	Sin dato	Nee, M. 1999b. Synopsis of Solanum in the New World. Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization. In: M. Nee, D. E. Symon, R. N. Lester & J. P. Jessop (Eds.). Pp. 285-333. Royal Botanic Gardens, Kew., Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Solanum (Solanum) lycopersicum	Exótica	Tomate	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Solanum (Solanum) pubigerum	Nativa	Hierba del muerto	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ramírez, R., Vargas, P. O., Arreola, H., Cedano, M., González, R., González-Villarreal, L. M., Harker, M., Hernández, I., Martínez, R. E., Pérez de la Rosa, J. et al. 2010. Catálogo de plantas vasculares de Jalisco. Universidad de Guadalajara, Sociedad Botánica de México, Universidad Autónoma Metropolitana. 143 p., Nee, M. 1999b. Synopsis of Solanum in the New World. Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization. In: M. Nee, D. E. Symon, R. N. Lester & J. P. Jessop (Eds.). Pp. 285-333. Royal Botanic Gardens, Kew., Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Solanum lanceolatum	Nativa	Sosa	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), Nee, M. 1999b. Synopsis of Solanum in the New World. Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization. In: M. Nee, D. E. Symon, R. N. Lester & J. P. Jessop (Eds.). Pp. 285-333. Royal Botanic Gardens, Kew., Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Solanum nigrescens	Nativa	Hierba mora	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), Nee, M. 1999b. Synopsis of Solanum in the New World. Solanaceae IV: Advances in Biology and Utilization. In: M. Nee, D. E. Symon, R. N. Lester & J. P. Jessop (Eds.). Pp. 285-333. Royal Botanic Gardens, Kew., Martínez, M., Vargas-Ponce, O., Rodríguez, A., Chiang, F. & Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in Mexico. Bot. Sci. Vol. 95 (1): 131-145.
Spiranthes graminea	Nativa	Orquídea de trenza blanca	Sin dato	Sin dato	Apéndice II	Salazar, G. A., Solano, R., Jiménez-Machorro, R., Carnevali, G., Hágsater, E. & Sosa, V. 2025. Revision of taxa, names and designations of Orchidaceae for the eFloraMEX.
Sporobolus atrovirens	Endémica, Nativa	Pasto	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Sprekelia formosissima	Endémica, Nativa	Lirio azteca	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2021. Amaryllidaceae J. St.-Hil. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Stellaria media	Exótica	Hierba gallinera	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Villaseñor, J. L., Ortiz, E., Redonda-Martínez, R. & Gual, M. 2010. Nomenclator taxonómico de las especies del Bosque Húmedo de Montaña en México. Base de datos CONABIO., Villaseñor, J. L. & Espinosa-García, F. J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. Diversity and Distributions. 10 (2): 113-123., Espinosa-García, F. J. 2000. Malezas introducidas de México. Centro de investigaciones en ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de Datos SNIB-CONABIO. Proyecto U024. Morelia, Mich. México
Stenandrium dulce	Nativa	Sweet Shaggytuft	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Daniel, T. F. 2004. Proc. Calif. Acad. Sci. Acanthaceae of Sonora: Taxonomy and Phytogeography. 55 (35): 690-805., Daniel, T. F., García-Morales, L. J. & Mora-Olivo, A. 2021. Taxonomic and

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						photographic guide to the Acanthaceae of Tamaulipas, Mexico. Proc. Calif. Acad. Sci. (Ser. 4). Vol. 67(6): 185-228
Stevia caracasana	Nativa	Estevia	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Stevia elatior	Nativa	Stevia elatior	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Stevia ephemera	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Stevia jorullensis	Nativa	Hierba del becerro	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Stevia latifolia	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Stevia lita	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Stevia lucida	Nativa	Hierba de la araña	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Stevia serrata	Nativa	Burrillo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Stevia tomentosa	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Symphyotrichum subulatum	Nativa	Metezurras	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Tagetes linifolia	Endémica, Nativa	Cempasúchil de Totolcingo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Tagetes lucida	Nativa	Pericón	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Arroyo, L. 2008. Tintes naturales mexicanos: su aplicación en algodón, henequén y lana. CONABIO-ENA., Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Tagetes tenuifolia	Nativa	Cempasúchil de campo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Tagetes triradiata	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Taraxacum officinale	Exótica	Diente de león	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
Tecoma stans	Nativa	Timboco	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Martínez, S. E. M. & Ramos, A. C. H. 2012. Bignoniaceae. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. 104: 1-58. Instituto de Biología UNAM, Mexico
Thalictrum (Lecoyerium) gibbosum	Endémica, Nativa	Gibbous Meadow-rue	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez, M. 2015. Ranunculaceae. Fl. Bajío Regiones Adyacentes. Rzedowski, J. & Hernández Ledesma, P. Fasc. 190:1-76. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Michoacán, México
Thymophylla aurantiaca	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Thyrsanthemum floribundum	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hunt, D. R. 1998a. Commelinaceae de México. Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot & J. Fa (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Tigridia pavonia	Nativa	Oceloxóchitl	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Munguía-Lino, G., Vargas-Ponce, O., & Rodríguez, A. 2017. Tigridieae (Iridaceae) in North America: floral diversity, flower preservation methods and keys for the identification of genera and species. Bot. Sci. 95(3):473-502
Tillandsia (Diaphoranthema) usneoides	Nativa	Heno	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2018. La familia Bromeliaceae en México. Bot. Sci. 96 (3) 533-554.
Tillandsia (Tillandsia) bourgaei	Endémica, Nativa	Magueycito	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2018. La familia Bromeliaceae en México. Bot. Sci. 96 (3) 533-554.
Tillandsia (Tillandsia) dugesii	Endémica, Nativa	Bromelia	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2018. La familia Bromeliaceae en México. Bot. Sci. 96 (3) 533-554.
Tillandsia (Tillandsia) macdougallii	Endémica, Nativa	Magueyito	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2018. La familia Bromeliaceae en México. Bot. Sci. 96 (3) 533-554.
Tinantia erecta	Nativa	Flor pata de gallo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Rebman, J. P., Gibson, J. & Rich, K. 2016. Proc. San Diego Soc. Nat. Hist. Annotated checklist of the vascular plants of Baja California, Mexico. San Diego, EUA. 45: 1-353.

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Trichostema purpusii	Endémica, Nativa	Perrito	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B. Y., Cornejo-Tenorio, M.G., Fragoso-Martínez, I., González-Gallegos, J.G., García-Peña, M. R., Velázquez-Ríos, P. & Zamudio, S. 2025. Revision of taxa, names and designations of Lamiaceae for the eFloraMEX
Tridax luisana	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Tridax procumbens	Nativa	Hierba del toro	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G. & Sinaca-Colín, S. 2025. Lo pasado, pasado: actualización taxonómica y distribución geográfica de la flora vascular de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Revista Mex. Biodivers. e965749
Trifolium amabile	Nativa	Carretilla	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Tripogandra purpurascens	Nativa	Hierba de pollo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo, A. & López-Ferrari, A. R. 2013a. Commelinaceae. Plantas acuáticas mexicanas una contribución a la Flora de México. Vol. I. Monocotiledóneas. pp: 71-78. En: Lot, A. Medina Lemos, R. & Chiang, F. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Triticum aestivum	Exótica	Trigo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Villaseñor, J. L. & Espinosa-García, F. J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. Diversity and Distributions. 10 (2): 113-123., Espinosa-García, F. J. 2000. Malezas introducidas de México. Centro de investigaciones en ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Base de Datos SNIB-CONABIO. Proyecto U024. Morelia, Mich. México, Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Trixis pringlei	Endémica, Nativa	Hierba de la víbora	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Tropaeolum majus	Exótica	Mastuerzo sudamericano	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Garcillán, P. P., León, J. L., Rebman, J. P. & Delgadillo, J. 2013. Plantas no nativas naturalizadas de la península de Baja California, México. Bot. Sci. 91 (4): 461-475.
Valeriana laciniosa	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Varronia curassavica	Nativa	Bolita prieta	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Campos-Ríos, M. G. & Chiang-Cabrera, F. 2012. El género Varronia, P. Browne (Cordiaceae, Boraginales) en México. Polibotánica. 33: 1-32.
Vauquelinia australis	Endémica, Nativa	Quebrancho	Sin dato	Vulnerable (VU)	Sin dato	Rzedowski, J. 2021. La familia Rosaceae en México. Polibotánica. 51: 1-16
Verbascum virgatum	Exótica	Gordolobo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Calix, E. 2011b. Scrophulariaceae. Fl. Bajio Regiones Adyacentes. Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. Fasc. 173: 1-25. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México
Verbena canescens	Nativa	Verbena Gris	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Peralta-Gómez, S. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Verbenaceae J. St.-Hil. 300-302. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
						Mendoza, A. J. & J. A. Meave (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 352 p.
Verbena carolina	Nativa	Verbena del perro	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Rueda, R. 2012. 217. Verbenaceae. In: Davidse, G., Sousa Sánchez, M., Knapp, S. & Chiang Cabrera, F. (Eds.). Fl. Mesoamer. Rubiaceae a Verbenaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 4 (2): 1-64
Veronica persica	Nativa	Azulete pérsico	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Christenhusz, M. J. M. 2014 (2022). 222. Plantaginaceae. In: Ulloa Ulloa, C., Hernández Macías, H. M., Barrie, F. R. & Knapp, S. (Eds.). Fl. Mesoamer. Solanaceae a Caprifoliaceae. Missouri Botanical Garden, St. Louis. Vol. 5 (1): 1-73
Vicia humilis	Nativa	Low-growing vetch	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Vickianthus karvinskianus	Endémica, Nativa	Vara de San Francisco	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Hassler, M. (1994 - 2026 onwards)b. World Plants. Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora. Version 26.05; last update May 20th, 2026
Viguiera dentata	Nativa	Chamiso	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, Ma., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yánez, S., Magill, R. E., Neill, D.A., Nee, M. et al. 2018 (onwards). Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) website. St. Louis, Missouri, USA. Tropicos, Botanical Information System at the Missouri Botanical Garden
Villadia jurgensenii	Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Villaseñor, J. L., Ortiz, E., Redonda-Martínez, R. & Gual, M. 2010. Nomenclator taxonómico de las especies del Bosque Húmedo de Montaña en México. Base de datos CONABIO.
Villadia minutiflora	Endémica	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Pérez-Calix, E. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Crassulaceae J. St.-Hil.; Oxalidaceae R. Br.; Phyllonomaceae Small & Pterostemonaceae Small. 213-215; 268; 270; 276. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. p. 213-215; 268; 270; 276
Viridantha atroviridipetala	Endémica, Nativa	Bromelia	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2018. La familia Bromeliaceae en México. Bot. Sci. 96 (3) 533-554., Espejo-Serna, A. 2002. Viridantha, un género nuevo de Bromeliaceae (Tillandsioideae) endémico de México. Acta Bot. Mex. 60: 25-35
Viridantha plumosa	Nativa	Brujita	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo-Serna, A. & López-Ferrari, A. R. 2018. La familia Bromeliaceae en México. Bot. Sci. 96 (3) 533-554.
Wigandia urens	Nativa	Chichicastle manso	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Machuca-Machuca, K. 2021. Namaceae Molinari. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. 1-16. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Wimmeria serrulata	Endémica, Nativa	Wimmeria serrulata	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Velasco Gutiérrez, K. & Nava-Zafra, A. 2011. Angiospermae. Magnoliopsida. Celastraceae R. Br. & Hippocrateaceae Juss. Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). En: García-Mendoza, A. J. & Meave, J. A. (Eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. pp. 208-209; 227-228
Zanthoxylum liebmannianum	Nativa	Hierba de chivo	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sosa, V. 1995. Recuento de la diversidad florística de Veracruz. División de Vegetación y Flora. Instituto de Ecología A. C. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto No. P011. México, D.F.
Zea mays	Nativa	Maíz	Sin dato	Preocupación menor (LC)	Sin dato	Dávila, P., Mejía-Saulés, M. T., Soriano-Martínez, A. M. & Herrera-Arrieta, Y. 2018. Bot. Sci. Conocimiento taxonómico de la familia Poaceae en México. 96 (3): 462-514.
Zephyranthes grandiflora	Nativa	Zephyranthes grandiflora	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Espejo, A. & López-Ferrari, A. R. 2008. Monocotiledóneas. En: Ocegueda, S. & Llorente-Bousquets, J. (Coords.). Catálogo taxonómico de especies de México. Capital natural de México, Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México. vol. I: CD1

Nombre científico	Tipo de distribución	Nombre común principal	NOM-059	UICN	CITES	Bibliografía principal
Zephyranthes ita-andivi	Endémica	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2021. Amaryllidaceae J. St.-Hil. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Zephyranthes lindleyana	Nativa	Cebollita	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2021. Amaryllidaceae J. St.-Hil. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Zephyranthes verecunda	Endémica, Nativa	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Sin dato	García-Mendoza, A. J. 2021. Amaryllidaceae J. St.-Hil. Fl. Valle Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Zinnia peruviana	Nativa	Gallito de monte	Sin dato	Sin dato	Sin dato	Vibrans, H. 2014-2025 (onwards). Malezas de México. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm (Accesada en septiembre de 2014), Pruski, J. F. & Robinson, H. 2018. Asteraceae. Fl. Mesoamer. In: Davidse, G. D., Sousa, M., Knapp, S. & Chiang, F. (Eds.). 5(2): i-xix, 1-608. Missouri Botanical Garden, St. Louis.

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción *5*
Objetivos *6*
Alcance *7*
Ubicación y delimitación del área de trabajo y Región Ecológica (RE) del Proyecto *8*
Descripción del proyecto **8**
Ubicación física **8**
Características constructivas **13**
Programa de trabajo de la obra **15**
Caracterización de la RE **18**
Caracterización de la vegetación **20**
Periodicidad del muestreo 21
Comparativa del Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII con lo observado en campo 21
Distribución y ubicación de los sitios de muestreo 24
Vinculación con los Instrumentos Jurídicos *40*
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos **40**
Declaración Universal de los Derechos Humanos **42**
Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) **43**
Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas **44**
Programa Nacional de Pueblos Indígenas **45**
Objetivo General 45
Principios 46
Libre determinación 46
Participación y consulta 46
Plan Nacional de Desarrollo **47**
Eje transversal 1 "Igualdad de género, no discriminación e inclusión" 47
Objetivo 1.1 Fortalecer la gobernabilidad democrática 48
Objetivo 1.2 Fortalecer la cultura democrática, abrir el gobierno a la participación social y escuchar de manera permanente a la sociedad, dando especial atención a las mujeres y grupos históricamente discriminados y marginados 48
Eje general 3 "Desarrollo económico" 49
Objetivo específico 3.6 Desarrollar de manera transparente una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional. 49
Vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo 49

Identificación de los pueblos y comunidades que se ubican en el área de estudio del proyecto 51

Descripción del área de estudio 51

Descripción del área de estudio asociada a la zona de obras y estructuras principales del proyecto 51

Descripción socioeconómica de la población indígena vinculada con el proyecto 51

Indicadores sociodemográficos 55

Identificación de los impactos sociales, su caracterización y medidas de mitigación propuestas para su atención 60

Metodologías para identificar los impactos sociales 60

Estudios previos 60

Proceso de socialización y de gestión social con las comunidades vinculadas con el proyecto 60

Fase de acuerdos previos 61

Fase Informativa 61

Periodo de deliberación 62

Fase Consultiva 62

Periodo de Ejecución y Seguimiento de Acuerdos 63

Diagnósticos participativos 63

Resultados 64

Estudios sociales para la integración de la MIA-P 64

Consulta a la población indígena vinculada 64

Caracterización de los impactos sociales para la zona del proyecto 64

Programa de seguimiento y monitoreo socioeconómico 66

Medidas de mitigación propuestas para los impactos sociales previamente identificados 67

Actividades productivas 67

Crecimiento demográfico 67

Uso y Costumbres 67

Planes de gestión social 68

Plan de Desarrollo 68

Plan de Inversión Social 68

Plan de implementación de medidas de prevención y mitigación 68

Plan de comunicación con las comunidades 69

Plan de seguridad social y vinculación 69

Plan de Monitoreo 69

Plan de abandono y desmantelamiento 69

Programa de actividades a realizar (Diagrama de Gantt) 70

Primera etapa (trabajo de gabinete) **70**
Identificación de actores 70
De la Autoridad Responsable 70
Del Órgano Técnico 70
Del Comité Técnico Asesor 70
Del Órgano Garante 70
Segunda etapa (trabajo social con las localidades indígenas) **71**
Fase de Acuerdos Previos 71
Fase Informativa 71
Periodo de deliberación 72
Fase Consultiva 72
Tercera etapa (programa de seguimiento y monitoreo socioeconómico) **72**
Periodo de Ejecución y Seguimiento de Acuerdos 72
Conclusiones ***73***
Bibliografía ***74***

INDICE TABLAS

Tabla 1. Descripción del proyecto. 13
Tabla 2. Coordenadas del eje del proyecto. 13
Tabla 3. Características del Proyecto. 14
Tabla 4. Programa de actividades de la obra. 16
Tabla 5. Caracterización del RE. 18
Tabla 6 Uso de suelo y vegetación en la RE de acuerdo con la Serie VII de INEGI. 24
Tabla 7 Uso de suelo y vegetación en la RE observado en campo. 24
Tabla 8 Sitios de muestreo de flora. 24
Tabla 9 Sitios de muestreo de flora. 25
Tabla 10 Resumen del muestreo realizado 37
Tabla 11 Especie a remover por la ejecución del proyecto 37
Tabla 12 total de especies por estrato de flora que serán sujetos a remoción 37
Tabla 13 Clasificación del estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 39
Tabla 14 Vinculación con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 40
Tabla 15. Vinculación con la Declaración Universal de los Derechos Humanos. 42
Tabla 16. Vinculación con el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo. 43
Tabla 17. Vinculación con la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. 45
Tabla 18. Vinculación con el Programa Nacional de Pueblos Indígenas. 46
Tabla 19. Hablantes de lengua indígena y condición de habla española (5 años y más) en el estado de Oaxaca. 51
Tabla 20. Lista indicativa de criterios utilizados. 65

INDICE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación del Proyecto en distintos órdenes de gobierno. 9
Imagen 2. Vista satelital del área del proyecto. 10
Imagen 3. Vías de acceso al área del proyecto. 11
Imagen 4. Perspectiva topográfica del área del proyecto. 12
Imagen 5. Sección tipo del proyecto. 15
Imagen 6. Uso de Suelo y Vegetación presente en la RE y Área del Proyecto. 22
Imagen 7 Uso de suelo y vegetación ajustado a lo observado en campo. 23
Imagen 8. Forma y tamaño de los sitios de muestreo. 25
Imagen 9. Sitios de Muestreo de Flora en la RE. 27
Imagen 10. Sitios de Muestreo de Flora en Área del proyecto y área de influencia. 28
Imagen 11. Uso de Suelo y Vegetación presente en la RE y Área del Proyecto. 38
Imagen 12. Esquema general del PND 2019-2024. 47
Imagen 13. Pueblos indígenas en Oaxaca. 52
Imagen 14 Etapas de consulta previa, libre e informada 61
Imagen 15 Ubicación de Pueblos Indígenas dentro de la RE. 68

INDICE GRÁFICAS

Gráfica. 1 Total de habitantes mujeres y hombres por edad. 52
Gráfica. 2 Porcentaje de población indígena de 5 años y más bilingüe y monolingüe. 53
Gráfica. 3 Porcentaje de población indígena de 15 años y más según nivel de escolaridad. 53
Gráfica. 4 Porcentaje de población indígena afiliada al Seguro Popular. 54
Gráfica. 5 Porcentaje de población indígena de 12 años y más según condición de actividad económica. 54
Gráfica. 6 Distribución poblacional por grupo de edad. 55
Gráfica. 7 Población que habla alguna lengua indígena. 56
Gráfica. 8 Viviendas particulares habitadas en San Antonino Monte Verde. 56
Gráfica. 9 Tiempo de traslado al trabajo. 57
Gráfica. 10 Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más. 58
Gráfica. 11 Discapacidades por tipo de actividad cotidiana. 59
Gráfica. 12 Causas u orígenes de las discapacidades presentes en la población. 59

INDICE FOTOGRAFIAS

Fotografía. 1 Obtención de datos dasométricos 26
Fotografía. 2 Uso de dron para prospección de campo 26
Fotografía. 3 Pastizal Inducido en la RE y área del proyecto. 30
Fotografía. 4 Pastizal Inducido en la RE y área del proyecto. 31
Fotografía. 5 Agricultura de temporal anual en la RE y área del proyecto. 32
Fotografía. 6 Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en la RE y área del proyecto. 33
Fotografía. 7 Condiciones ambientales de la flora donde se encuentra el proyecto. 34

Introducción

El derecho a la consulta implica la obtención del consentimiento público, libre e informado respecto de la implementación de programas, proyectos, reformas o modificaciones legislativas, acciones de Estado y afectación de las tierras y territorios, que impacta los valores y las prácticas sociales, culturales, religiosas y espirituales de los pueblos.

Es de alta prioridad, implica sumar esfuerzos entre actores involucrados para permitir que el Estado mexicano consiga los resultados adecuados en beneficio de una población en situación de vulnerabilidad, como lo es la población indígena.

Por otro lado, el desarrollo de la infraestructura carretera es un elemento clave para acelerar el crecimiento de la economía nacional y la generación de empleo; la inversión de este tipo de infraestructura contribuye a incrementar la competitividad en aquellas regiones con menores niveles de desarrollo, a integrar el comercio entre los principales centros de producción y consumo y a la articulación de numerosas cadenas productivas y corredores industriales en toda la República Mexicana, fortaleciendo así la competitividad económica, social y cultural de todo el país. Es por lo que la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del centro SICT Oaxaca, busca la modernización del proyecto con nombre: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.** Por lo que se presenta a continuación con fundamento en los artículos 1 y 2 del Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en países independientes de la Organización Internacional del Trabajo; así como, las recomendaciones 37/2012 y 56/2012 de la Comisión Nacional de los Derechos Humanos; el siguiente Estudio de Impacto Social/Consulta de Pueblos Indígenas.

Objetivos

- Obtener el consentimiento previo, libre e informado de los pueblos indígenas para llevar a cabo programas y proyectos que afectan sus comunidades.

- Establecer los procedimientos metodológicos y técnicos para que los pueblos y las comunidades indígenas sean consultadas a través de sus instituciones y agentes representativos en la formulación, aplicación y evaluación de planes, programas, proyectos y acciones gubernamentales, que inciden en sus derechos y desarrollo.

Alcance

- Generar un documento con estrategias de consulta ciudadana que permita conocer a detalle las acciones que se realizarán con la implementación del proyecto, los impactos ambientales, económicos y sociales del mismo y las medidas de mitigación.
- Identificar y realizar una descripción de las comunidades indígenas en la zona de influencia del proyecto.
- Realizar una evaluación del impacto social que presentará la vía de comunicación en la zona de influencia del proyecto.
- Permitir la libre apropiación de conocimiento de las comunidades indígenas y conocer la opinión de estas respecto al proyecto y en este caso de ser favorable, recibir su aprobación para el mismo.
- Cumplir con la legislación nacional e internacional referente al derecho de las comunidades indígenas de ser informadas y consultadas respecto a la implementación de obras de infraestructura que los afecten de manera directa.

Ubicación y delimitación del área de trabajo y Región Ecológica (RE) del Proyecto

Descripción del proyecto

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del centro SICT Oaxaca, tiene contemplado el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**

Ubicación física

La Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, como su nombre lo indica se desarrollará en el estado de Oaxaca, el cual se encuentra al sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km^2, cifra que representa el 4.8 % del total del territorio de la República Mexicana.

Así mismo el proyecto se localiza dentro del siguiente municipio que se describe a continuación:

- San Antonino Monte Verde: Se localiza entre los paralelos 17°27' y 17°36' de latitud norte; los meridianos 97°41' y 97°49' de longitud oeste; altitud entre 1 800 y 3 300 m. Colinda al norte con los municipios de Tezoatlán de Segura y Luna y Villa Chilapa de Díaz; al este con los municipios de Villa Chilapa de Díaz, San Sebastián Nicananduta y San Pedro Mártir Yucuxaco; al sur con los municipios de San Pedro Mártir Yucuxaco y San Juan Ñumí; al oeste con los municipios de San Juan Ñumí y Tezoatlán de Segura y Luna. Ocupa el 0.12% de la superficie del estado.

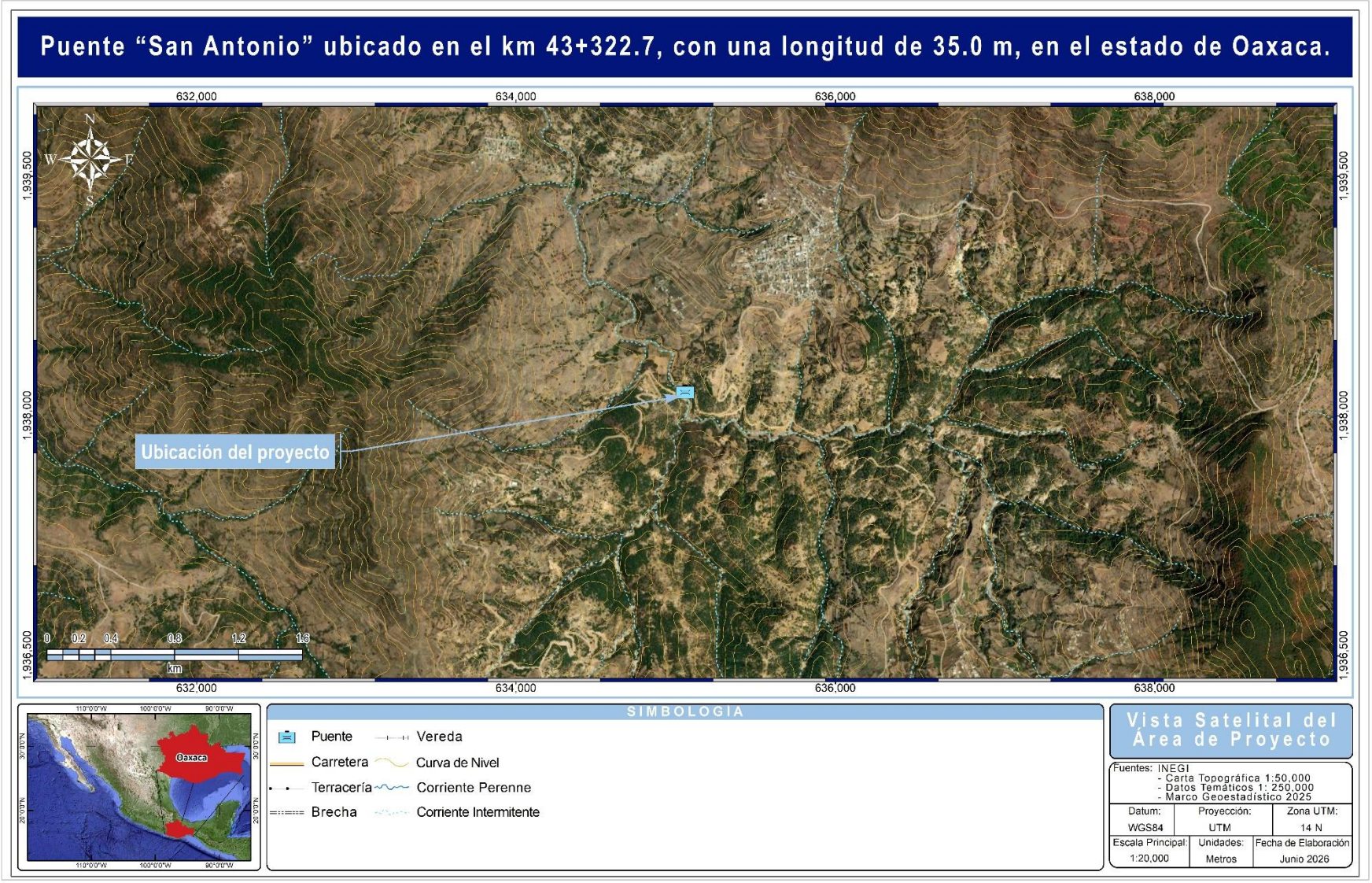
En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto:

Imagen 1. Ubicación del Proyecto en distintos órdenes de gobierno.



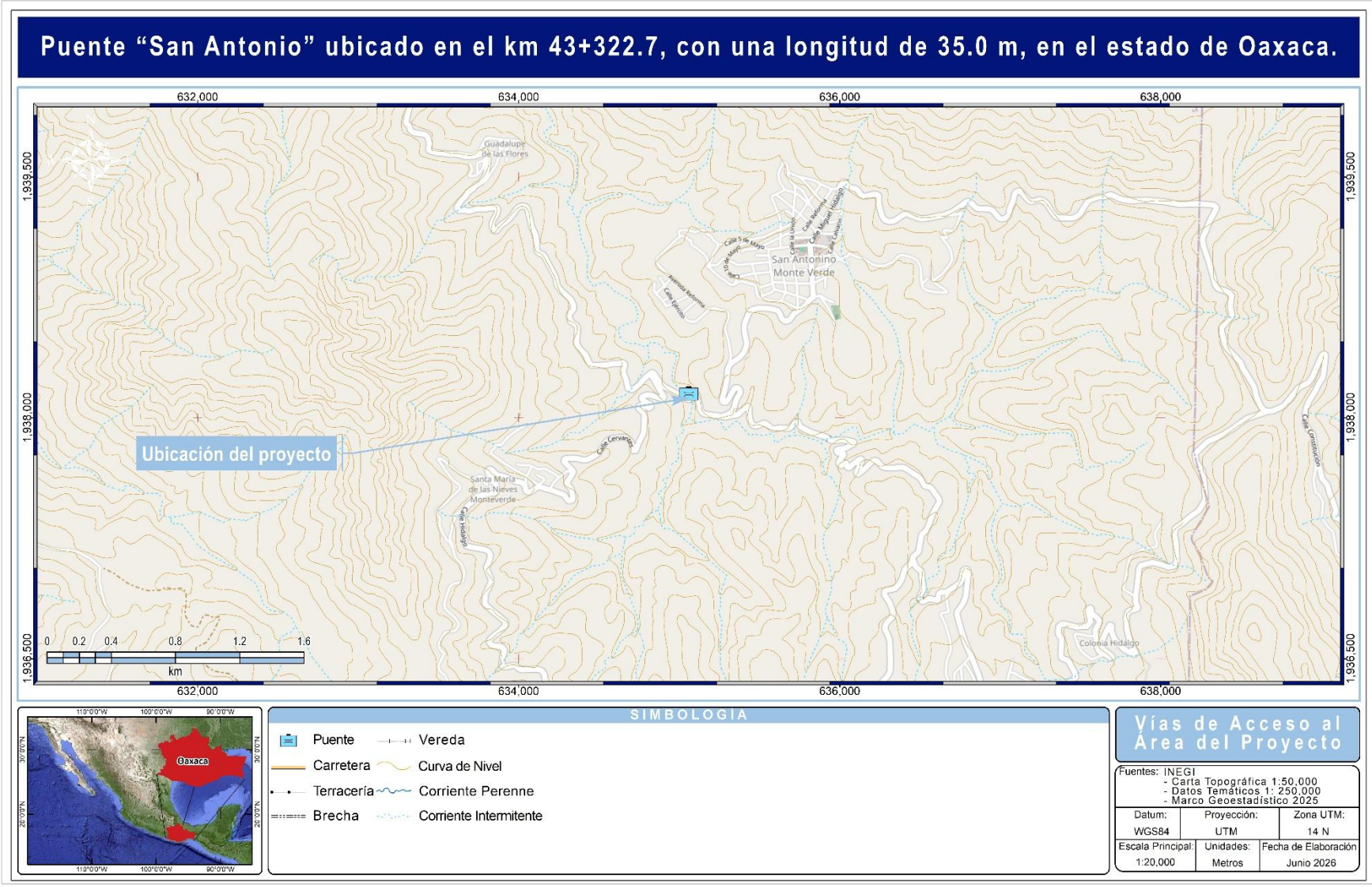
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen 2. Vista satelital del área del proyecto.



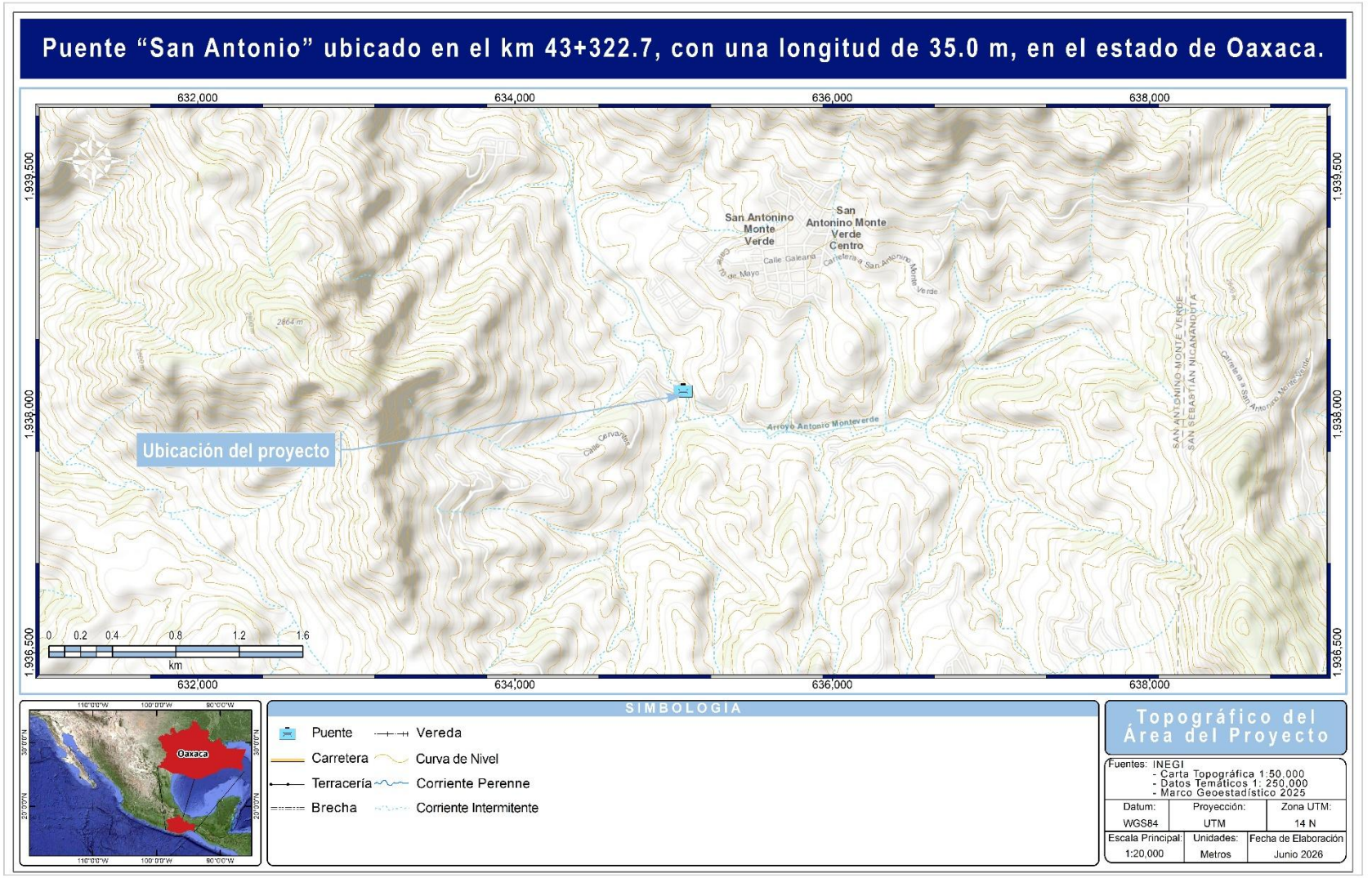
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen 3. Vías de acceso al área del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen 4. Perspectiva topográfica del área del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El proyecto consiste en la construcción de un puente para librar las aguas del "Río San Antonio", la estructura tiene una longitud de 35 metros, adicionalmente se consideran accesos por cada lado del proyecto, el acceso 1 tiene una longitud de 40 metros, y el acceso 2 de igualmente 40 metros, la longitud total del proyecto es de 115 metros, a continuación, se presentan los principales cadenamientos de los elementos que integran el proyecto.

Tabla 1. Descripción del proyecto.

Acceso 1 (incluye losa de acceso de 6.2 m de largo)		Estructura		Acceso 2 (incluye losa de acceso de 6.2 m de largo)		Longitud total del proyecto	Longitud de los accesos
40.00 Metros		**35.00 Metros**		**40.00 Metros**		**115.00 Metros**	**80.00 Metros**
42+265.29	42+305.29	42+305.29	42+340.29	42+340.29	42+380.29		

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Como se mencionó anteriormente se trata de un proyecto que incluye la estructura del puente, así como los accesos; en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del eje del proyecto.

Tabla 2. Coordenadas del eje del proyecto.

Cadenamiento	UTM Zona 14N		Geográfica	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
42+265.29	635,008.93	1,938,148.71	-097° 43' 41.24"	+17° 31' 32.04"
42+285.29	635,028.84	1,938,147.33	-097° 43' 40.56"	+17° 31' 31.99"
42+305.29	635,048.84	1,938,147.67	-097° 43' 39.89"	+17° 31' 32.0"
42+325.29	635,068.83	1,938,148.01	-097° 43' 39.21"	+17° 31' 32.01"
42+340.29	635,084.56	1,938,148.28	-097° 43' 38.68"	+17° 31' 32.01"
42+345.29	635,088.83	1,938,148.35	-097° 43' 38.53"	+17° 31' 32.01"
42+365.29	635,108.70	1,938,147.19	-097° 43' 37.86"	+17° 31' 31.97"
42+380.29	635,122.07	1,938,139.21	-097° 43' 37.41"	+17° 31' 31.71"

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

En resumen, el proyecto fungirá como promovente del desarrollo económico de la región involucrada, al mismo tiempo este puente es la respuesta a la necesidad de conexión de los habitantes de las localidades de la región. Así mismo se busca la seguridad para los habitantes de la zona incrementándose en épocas de lluvia y disminuyendo en épocas de estiaje. Este puente ayudará a mejorar las condiciones económicas de las poblaciones cercanas y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte, así mismo será un importante apoyo para el desarrollo de las localidades y beneficiará de manera secundaria a las poblaciones más alejadas de esta zona.

Características constructivas

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del centro SICT Oaxaca tiene contemplada la ejecución del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**. Consistirá en una superestructura formada de 1 claro de 34.38 m, más dos accesos, el acceso 1 de 40 m y el acceso 2 de igual manera de 40 m, para una longitud total del proyecto de 115 m. La estructura proyectada busca librar la corriente del "Río San Antonio".

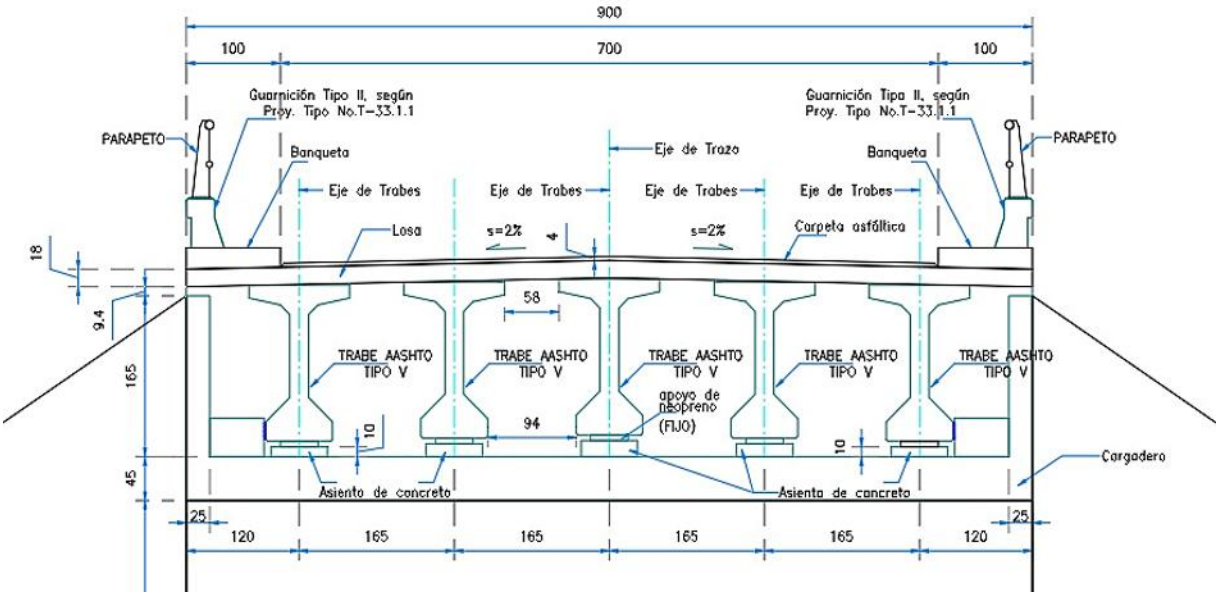
Tabla 3. Características del Proyecto.

DESCRIPCIÓN	PROYECTO
Cadenamientos:	
Inicio (km x+xxx)	42+265.29
Final (km x+xxx)	42+380.29
Derecho de Vía (m)	20 metros
Longitud de la estructura (m)	35.00 metros
Elevación de rasante (m)	2110.42 metros
Ancho de estructura (m)	9.00 metros
Ancho de calzada (m)	7.00 metros
Acotamientos (m)	Sin acotamientos
Banqueta	Dos de 0.75 metros
Parapeto	Dos de 0.25 metros
Galibo	3.58 metros
Número y ancho de carriles	Dos carriles de 3.5 metros
Estribos	Dos caballetes y ocho pilas
Superficie de la superestructura (m²)	321.53

DESCRIPCIÓN	PROYECTO
Longitud de la estructura	35.00 metros
Longitud de Acceso 1	40.00 metros
Longitud de Acceso 2	40.00 metros
Longitud total del proyecto	115.00 metros
Ancho de calzada a proyectar (ACP)	7.00 metros
Ancho de banquetas y guarniciones	1.00 metros
Ancho total por proyectar (ATP)	9.00 metros
Claros de diseño	1 de 34.38
Espesor de losa	20 cm
Espesor de carpeta	4 cm
No. de Carriles	2 de 3.5 metros
Tipo de trabes	AASHTO
No. de trabes tipo AASHTO	AASHTO V
No. terraplén de acceso	2
Longitud de terraplén de acceso	Dos de Longitud Variable

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Imagen 5. Sección tipo del proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Programa de trabajo de la obra

Las actividades preparativas previas para el proyecto son el trazo en campo del eje de la vía de comunicación, utilizando brigadas de topógrafos, obtención de las autorizaciones necesarias, adquisición del derecho del libramiento (liberación) y la licitación de la obra.

Se utilizará como principal tecnología la maquinaria pesada que usa combustible diésel y lubricantes. Es necesaria una limpieza del terreno natural, básicamente la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural.

Tabla 4. Programa de actividades de la obra.

ACTIVIDAD	AÑO 1						AÑO 2				AÑO 3				AÑO 4				AÑO 5				AÑO 6			
	MESES						TRIMESTRE				TRIMESTRE				TRIMESTRE				TRIMESTRE				TRIMESTRE			
	2	4	6	8	10	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTOS																										
Licitación y Adjudicación de la obra	x	x																								
Trámites y permisos	x	x																								
Asignación de los recursos presupuestales.	x	x																								
ACTIVIDADES PREVIAS																										
Proyecto Ejecutivo		x																								
Estudios geotécnicos, levantamiento topográfico, estudio de bancos de materiales		x																								
Medidas de prevención			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de mitigación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de compensación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PREPARACIÓN DEL SITIO																										
Instalación de taller y bodega			x																							
Colocación de señalamientos de obra			x																							
Trazo y nivelación				x	x	x																				
Deshierbe, despalme de terreno y demolición estructura existente				x	x	x																				
Limpieza del terreno			x																							
CONSTRUCCIÓN																										
Excavación para estructuras							x	x	x	x	x	x														

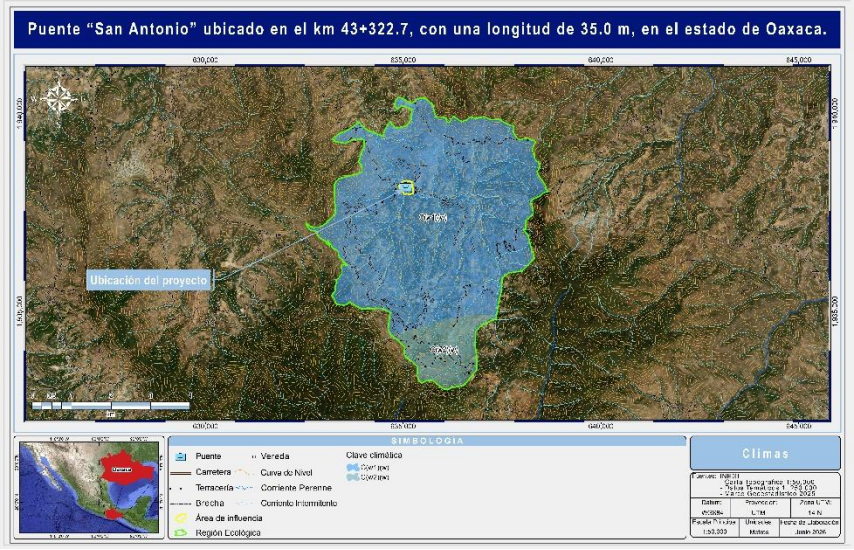
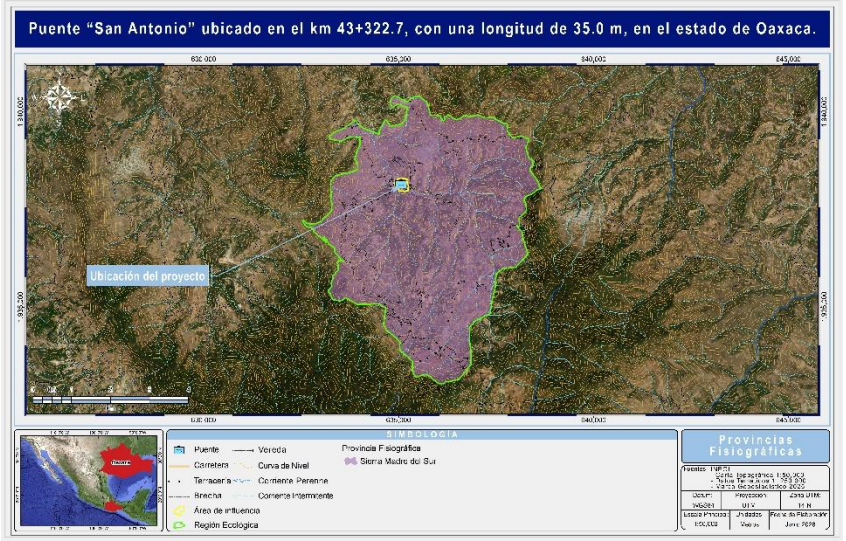
Concreto hidráulico en plantilla para desplante de estribos y pilas.										x	x	x	x	x	x														
Concreto hidráulico en cuerpo de pilas, estribos y aleros.											x	x	x	x	x	x													
Concreto hidráulico: En coronas de estribos y pilas, así como en pantallas laterales, topes antisísmicos y bancos de apoyo de estribos y pilas.														x	x	x													
Concreto hidráulico: En diafragmas, en pre-losas de superestructura, en losas de superestructura																	x	x	x										
Concreto hidráulico: En banquetas de camellón central.																				x	x	x	x	x					
Concreto asfáltico en carpeta.																								x	x				
SEÑALAMIENTOS																													
Retiro de señalamiento preventivo de obra																				x	x	x	x	x					
Colocación de señalamientos definitivos.																									x	x			
Limpieza de la obra																									x	x			
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																													
Circulación de vehículos automotores: Al término de la obra y por toda la vida útil del proyecto																													
Inspección y Evaluación: Previo a cualquier acción de mantenimiento, se realizarán inspecciones visuales y técnicas siguiendo los criterios del Manual de Inspección de Puente SICT y el AASHTO Bridge Inspección Manual para determinar un mantenimiento rutinario o preventivo																													
Mantenimiento y conservación de los puentes: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto correspondiente a la secretaria de comunicaciones y transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																													
Mantenimiento a obras complementarias y señalización: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto, correspondiéndole a la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																													

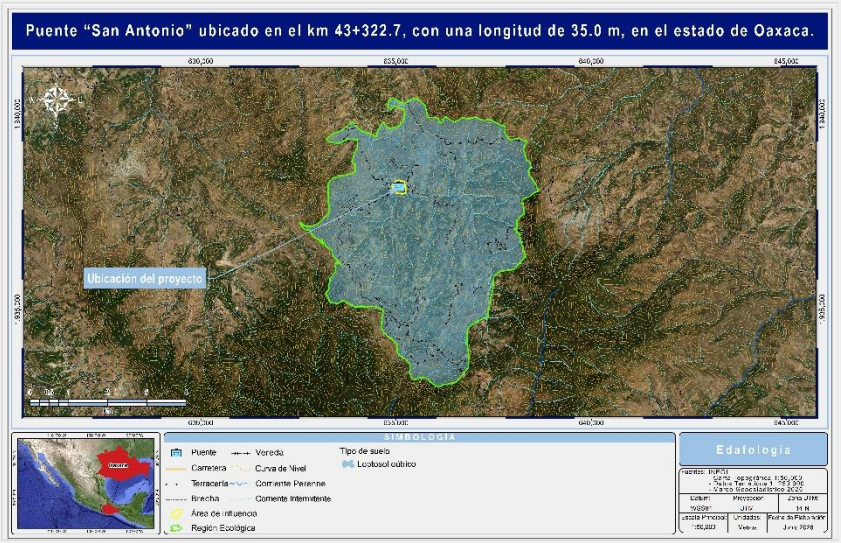
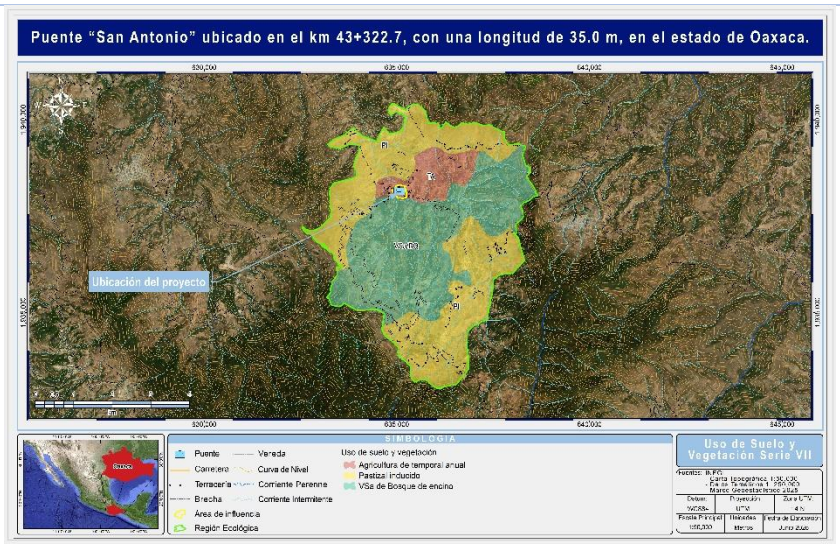
Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Caracterización de la RE

Para la caracterización del medio abiótico de la Región Ecológica (RE), se elaboraron mapas utilizando la cartografía temática del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, de la cual se identificaron las unidades físicas de cada tema (clima, geoformas, edafología, hidrología, etc.), se hizo la revisión bibliográfica, visitas de verificación y reconocimiento en campo, que generó la información que se muestra a continuación, tanto en el prontuario de Información Geográfica, como la descripción de cada uno en el apartado correspondiente.

Tabla 5. Caracterización del RE.

COMPONENTE	CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DEL PROYECTO
Clima: La clasificación del clima de Köppen-Geiger establece para la RE, el tipo de clima templado subhúmedo. A continuación se mencionan los presentes en el Área de Influencia del Proyecto: • C(w1) (w): Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media. • C(w2)(w): Templado subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo.	
Fisiografía: El trazo del proyecto se asienta sobre la Provincia Fisiográfica **Sierra Madre del Sur**, así como la subprovincia **Mixteca Alta**. Esta subprovincia se encuentra influenciada por las topoformas de **lomerío con cañadas y sierra alta compleja**.	

COMPONENTE	CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DEL PROYECTO
Geoformas: Particularmente en el área del proyecto se registran dos tipos de roca de acuerdo con el compendio de información geográfica municipal del INEGI con clave litológica: • Ti(lm-ar) • Ts(lgei)	
Suelo: Las unidades edáficas presentes dentro de la RE corresponden a: • Leptosol eútrico De manera general los leptosoles (que son los suelos dominantes en la RE) son suelos muy superficiales, con poco espesor, que se forman sobre roca dura o áreas muy pedregosas, normalmente en laderas de fuerte pendiente. Son poco aptos para la agricultura.	
USV Serie VII: De acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII de INEGI, la RE presenta tres usos de suelo diferentes: a. Agricultura de temporal anual b. Pastizal inducido c. Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de encino.	

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Caracterización de la vegetación

El método utilizado para caracterizar las condiciones biológicas de la Región Ecológica (RE) se agrupó en trabajos de gabinete y campo.

- **Trabajo de gabinete**

Como parte de las actividades preliminares del estudio florístico, se realizó un trabajo de gabinete orientado a recopilar, analizar y sistematizar la información disponible sobre las características ambientales del área de estudio. Para ello, se consultó bibliografía especializada, artículos científicos, monografías, inventarios florísticos, bases de datos botánicas y cartografía oficial, con el propósito de identificar las principales características bióticas y abióticas de la región, particularmente aquellas relacionadas con la composición florística, los tipos de vegetación, la distribución potencial de las especies y las condiciones ecológicas predominantes.

De manera complementaria, se revisó la información contenida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con la finalidad de identificar de manera preliminar aquellas especies de flora con distribución potencial dentro del área de estudio que pudieran encontrarse sujetas a alguna categoría de riesgo, así como orientar los recorridos de campo para su búsqueda y verificación.

Asimismo, se emplearon Sistemas de Información Geográfica (SIG) para integrar y analizar información cartográfica en formato vectorial y ráster, proveniente de fuentes oficiales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y otras dependencias competentes. Mediante este análisis se delimitó el área de estudio y se generó cartografía temática correspondiente a topografía, hidrología, red de caminos, localidades, uso del suelo y vegetación, modelo digital de elevación y demás elementos ambientales relevantes, lo que permitió conocer de manera preliminar las condiciones del sitio y planificar adecuadamente las actividades de campo.

Con base en la información cartográfica obtenida, se definió la ubicación de los sitios de muestreo, procurando su representatividad respecto de las diferentes condiciones de vegetación, fisiografía y accesibilidad presentes dentro del área de estudio. Para cada sitio se obtuvieron las coordenadas geográficas y UTM, las cuales fueron incorporadas a dispositivos de navegación mediante Sistema de Posicionamiento Global (GPS), facilitando su localización precisa durante los recorridos de campo y garantizando la reproducibilidad del muestreo.

- **Trabajo de campo**

Con base en la información obtenida durante la etapa de gabinete, se llevaron a cabo recorridos sistemáticos de reconocimiento en el área de estudio con el propósito de verificar en campo los tipos de vegetación, usos del suelo y demás componentes ambientales previamente identificados mediante el análisis cartográfico. Esta actividad permitió contrastar la información derivada de la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como delimitar con mayor precisión las unidades de vegetación presentes dentro de la Región Ecológica (RE) y del área puntual del proyecto.

Durante los recorridos se evaluó el estado de conservación de la vegetación, identificando los diferentes grados de perturbación y los principales elementos estructurales de las comunidades vegetales. Se prestó especial atención a los fragmentos con mejor estado de conservación, áreas con vegetación secundaria, cercos vivos, zonas de transición y aquellos sitios donde, por las características del proyecto, existe mayor probabilidad de presentarse afectaciones a la cobertura vegetal.

De manera paralela, se realizó un registro fotográfico georreferenciado de las condiciones ambientales, de las comunidades vegetales y de las especies de flora más representativas del área de estudio. Particular interés se otorgó a la búsqueda y documentación de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así

como de aquellas con importancia ecológica, económica, medicinal, cultural o de aprovechamiento tradicional, con la finalidad de contar con evidencia documental que respaldara la caracterización florística.

Posteriormente se integró una brigada multidisciplinaria encargada del levantamiento del inventario florístico, siguiendo un programa de trabajo previamente establecido. El muestreo se efectuó tanto en el área de influencia directa del proyecto como dentro de la Región Ecológica, procurando que los sitios seleccionados fueran representativos de las diferentes asociaciones vegetales, condiciones fisiográficas y estados sucesionales presentes en la zona. La ubicación de los sitios respondió a criterios de representatividad ecológica, accesibilidad y heterogeneidad ambiental, garantizando una adecuada cobertura de las unidades de vegetación existentes.

La clasificación de los tipos de vegetación fue corroborada mediante la interpretación de las características estructurales y florísticas observadas en campo, apoyándose en la clave para la determinación de los tipos de vegetación de México propuesta por Miranda y Hernández-X (1963), así como en la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI (escala 1:250,000). Como resultado de esta verificación se identificaron las unidades de vegetación y uso de suelo presentes dentro del área de estudio, correspondientes a Pastizal Inducido y Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Encino, Agricultura de temporal anual y Asentamientos humanos.

Con la finalidad de asegurar una correcta determinación taxonómica, durante los recorridos se colectaron ejemplares botánicos de aquellas especies cuya identificación en campo presentó algún grado de incertidumbre o que resultaban de especial interés para el estudio. Las muestras fueron prensadas, etiquetadas y procesadas conforme a las técnicas convencionales de herborización, para posteriormente ser cotejadas con claves taxonómicas especializadas, literatura botánica y colecciones de referencia de diversos herbarios nacionales. Este procedimiento permitió confirmar la identidad taxonómica de las especies registradas y fortalecer la confiabilidad del inventario florístico elaborado.

Periodicidad del muestreo

El muestro se realizó en dos estaciones en época de Invierno y Primavera, específicamente en los meses de Enero y Abril con la finalidad de poder evaluar la mayor cantidad de especies presentes (Moreira, F., E.J. Huising y D.E. Bignell, 2012).

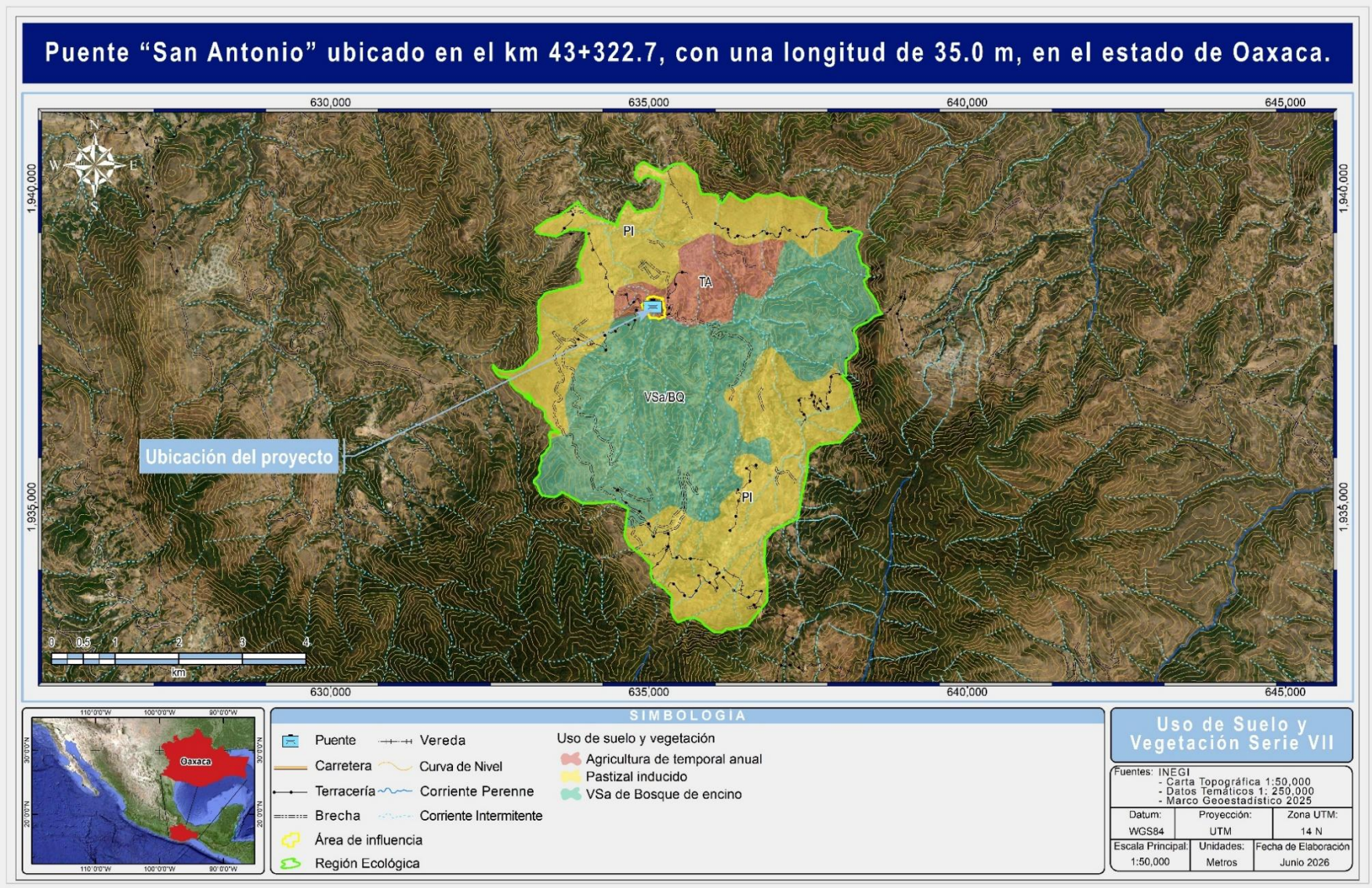
Comparativa del Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII con lo observado en campo

Como se mención al inicio del presente apartado de flora, se realizó el análisis de espacial y bibliográfico de la carta de uso de suelo y vegetación 1:250,000 Serie VII de INEGI (2018), donde se identificaron los siguientes usos de suelo y vegetación dentro de la RE:

- Agricultura de temporal anual
- Asentamientos humanos
- Pastizal inducido
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

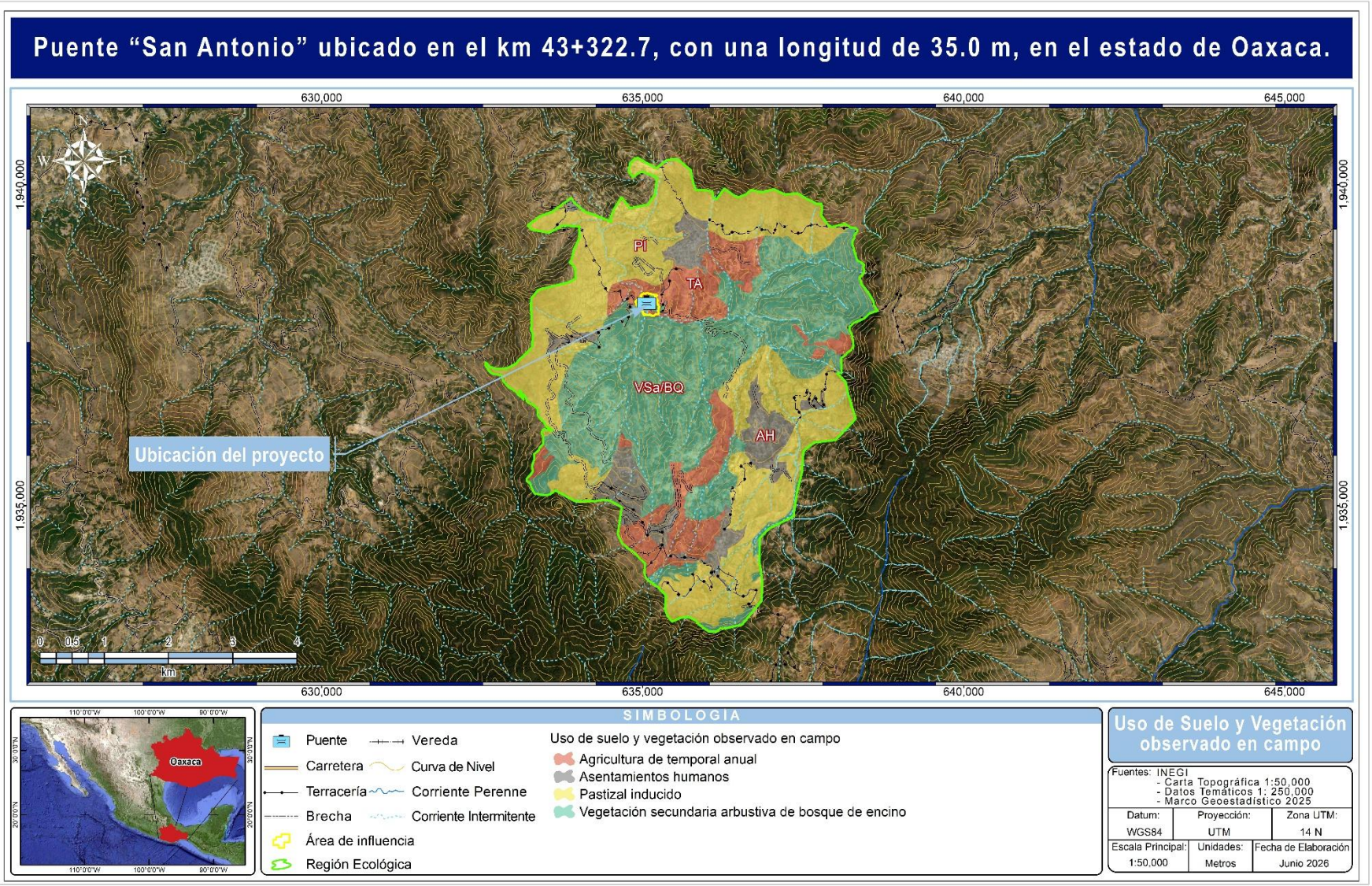
Mismos que si fueron identificados, pero los límites entre ellos no corresponden a lo observado en campo por lo que se realizó una delimitación más acercada a lo observado en campo con la finalidad de hacer una descripción más precisa. A continuación, se muestra la comparativa de los ajustes realizados y la información presentada por INEGI (2018)

Imagen 6. Uso de Suelo y Vegetación presente en la RE y Área del Proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Imagen 7 Uso de suelo y vegetación ajustado a lo observado en campo.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Tabla 6 Uso de suelo y vegetación en la RE de acuerdo con la Serie VII de INEGI.

Región Ecológica USV serie VII			
Clave	**Descripción**	**Área (Ha)**	**Área (%)**
PI	pastizal inducido	1245.99	47.69%
TA	agricultura de temporal anual	224.3	8.59%
VSa/BQ	vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1142.15	43.72%
Total		**2,612.44**	**100.00%**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

A continuación, se presenta la descripción de los Usos de Suelo y Vegetación presentes en la RE.

Tabla 7 Uso de suelo y vegetación en la RE observado en campo.

Región Ecológica USV observado en campo			
Clave	**Descripción**	**Área (Ha)**	**Área (%)**
PI	Pastizal inducido	1017.78	38.96%
TA	Agricultura de temporal anual	339.91	13.01%
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1022.32	39.13%
AH	Asentamientos humanos	232.43	8.90%
Total		**2,612.44**	**100.00%**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Distribución y ubicación de los sitios de muestreo

El principal criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo con la distribución y vocación forestal de cada uno de los usos de suelo presentes dentro de la RE, es importante aclarar que debido a que el proyecto consta de solo la construcción de un puente con una longitud total de 35.00 metros, con un ancho total de 9.00 m se analizó de manera conjunta con el área de influencia del proyecto para tener resultados más acercados a las superficies por afectar.

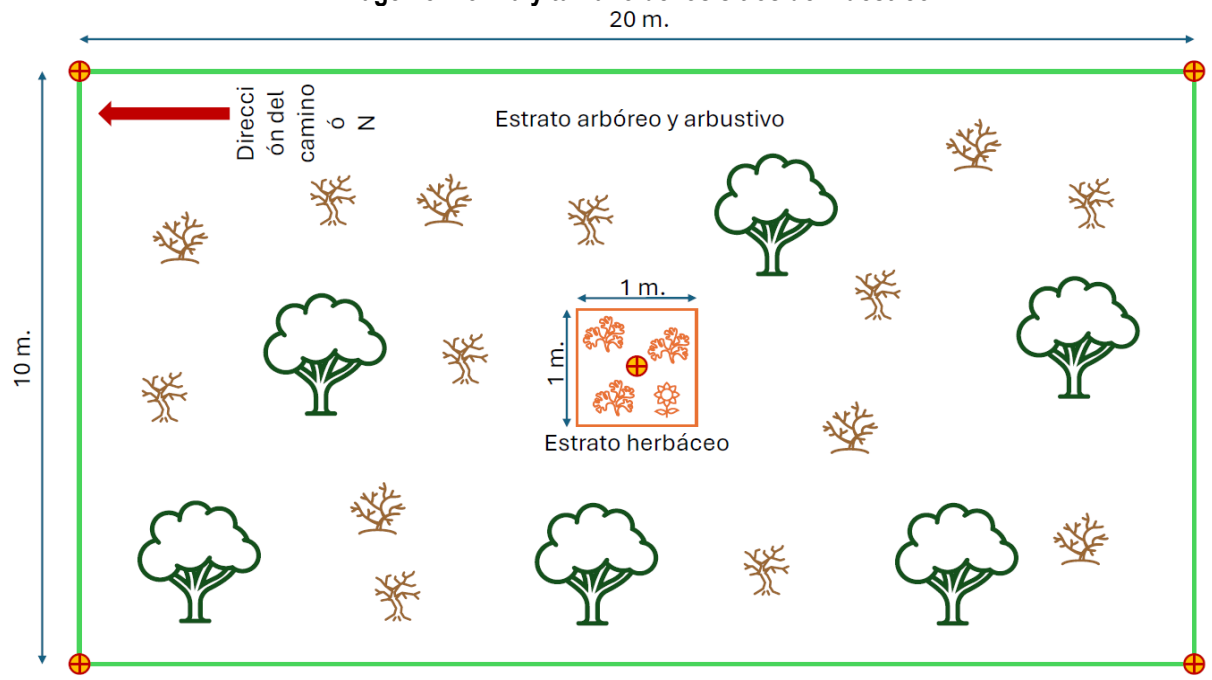
Tabla 8 Sitios de muestreo de flora.

Sitio	UTM Zona 14N		Geográfica		Época de muestreo
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud	
Sitios en el área del proyecto y área de influencia					
AI01	634,963.96	1,938,082.15	-97° 43' 42.779"	17° 31' 29.886"	Primavera
AI02	635,159.82	1,938,002.29	-97° 43' 36.156"	17° 31' 27.246"	Primavera
AI03	635,198.22	1,938,184.77	-97° 43' 34.813"	17° 31' 33.174"	Primavera
AI04	635,096.15	1,938,176.33	-97° 43' 38.276"	17° 31' 32.921"	Verano
AI05	635,055.41	1,938,036.39	-97° 43' 39.689"	17° 31' 28.378"	Verano
AI06	635,177.51	1,938,086.83	-97° 43' 35.537"	17° 31' 29.992"	Verano
Sitios en la RE					
RE01	635,736.38	1,933,997.19	-97° 43' 17.518"	17° 29' 16.824"	Primavera
RE02	635,509.94	1,936,356.53	-97° 43' 24.659"	17° 30' 33.629"	Primavera
RE03	635,223.39	1,939,508.89	-97° 43' 33.658"	17° 32' 16.245"	Primavera
RE04	637,991.55	1,938,163.12	-97° 42' 0.101"	17° 31' 31.855"	Primavera
RE05	634,217.07	1,936,637.94	-97° 44' 8.431"	17° 30' 43.064"	Verano
RE06	637,740.73	1,939,059.20	-97° 42' 8.398"	17° 32' 1.062"	Verano
RE07	636,139.65	1,935,134.39	-97° 43' 3.587"	17° 29' 53.732"	Verano
RE08	636,270.85	1,938,553.51	-97° 42' 58.357"	17° 31' 44.935"	Verano

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Se ubicaron los sitios de muestreo, en la RE, Área del proyecto y Área de influencia (estos dos se analizaron de manera conjunta), se delimitaron sitios de muestreo en parcelas rectangulares de 10x20 metros (200 m^2) para el caso del proyecto los 10 metros se ubicaron en dirección perpendicular al eje del puente y los 20 metros de manera paralela a este, para la RE se ubicó tomando el norte como referencia. El estrato herbáceo fue medido en un subsitio 1x1m en el centro del sitio. Se determino este tipo de levantamiento al estar ubicado en vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino principalmente lo recomendado por Wood (1990[1]) y Romahn y Ramírez (2010[2]). A continuación, se puede apreciar la forma y el tamaño de los sitios de muestreo.

Imagen 8. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.



Fuente: Romahn y Ramírez, 2010

Tabla 9 Sitios de muestreo de flora.

	Sitio de 200m^2 (10mx20m) para medir árboles con diámetro mayor de 12.5 cm y arbustos.
	Subsitio de 1m^2 (L = 1m) registro de hierbas, helechos, musgos y líquenes

Fuente: Romahn y Ramírez, 2010

De la misma forma en las siguientes fotografías se observa la obtención de los datos dasométricos de los ejemplares muestreados.

[1] Wood, G.B. 1990. Ground sampling methods used to inventory tropical mixed/moist forest [Métodos de muestreo de campo para inventarios de bosques tropicales mixtos y húmedos]. Forest Ecology and Management 35:199-206.
[2] Romahn, C. F. & Ramírez, H. (2010). Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. Pp. 294.

Fotografía. 1 Obtención de datos dasométricos




Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Es importante señalar, que, para complementar el trabajo de campo, se realizaron vuelos con un Dron, con la finalidad de apreciar y tener una idea actualizada de los usos de suelo y vegetación, presentes en la RE y área del proyecto

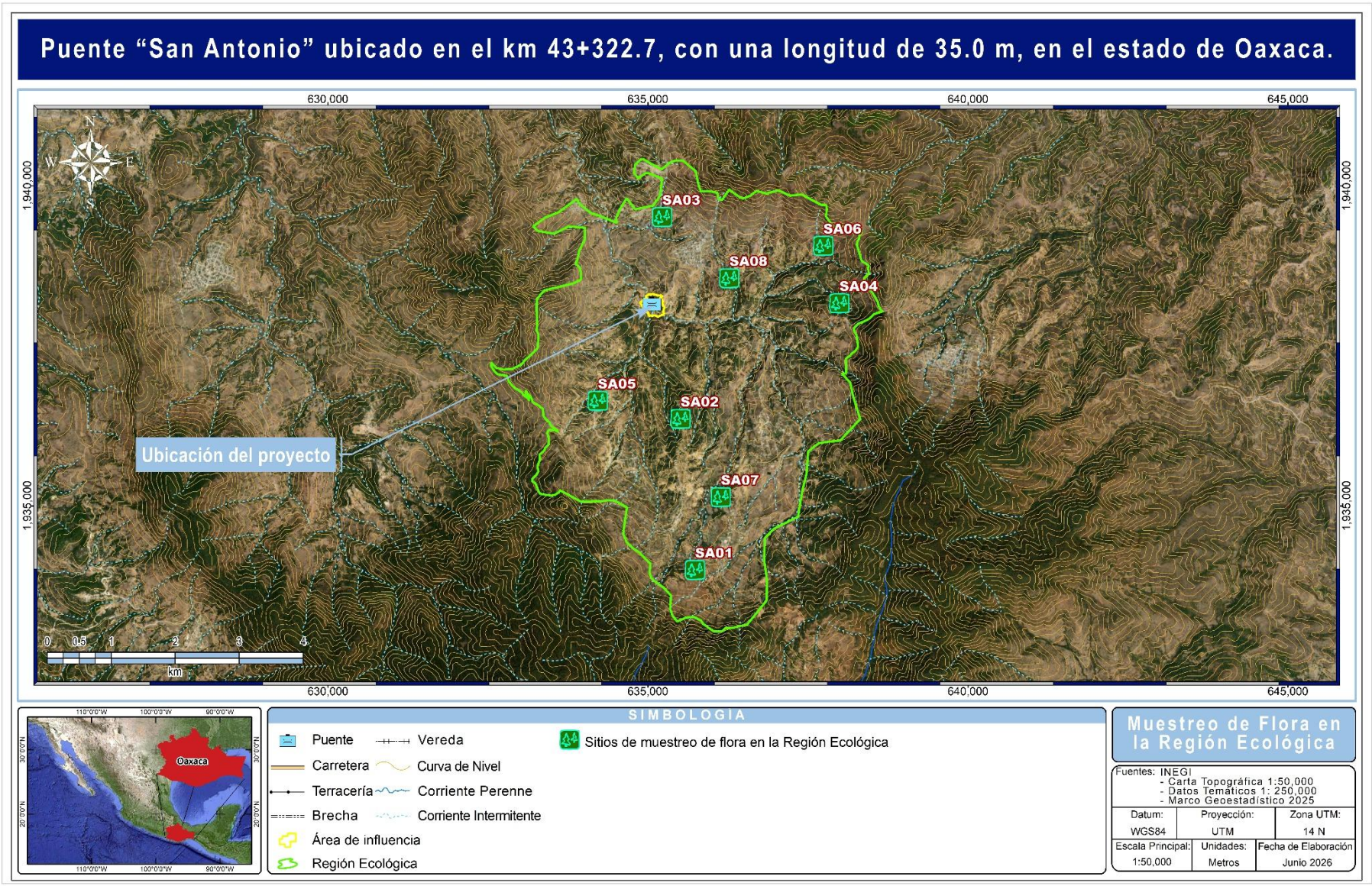
Fotografía. 2 Uso de dron para prospección de campo




Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

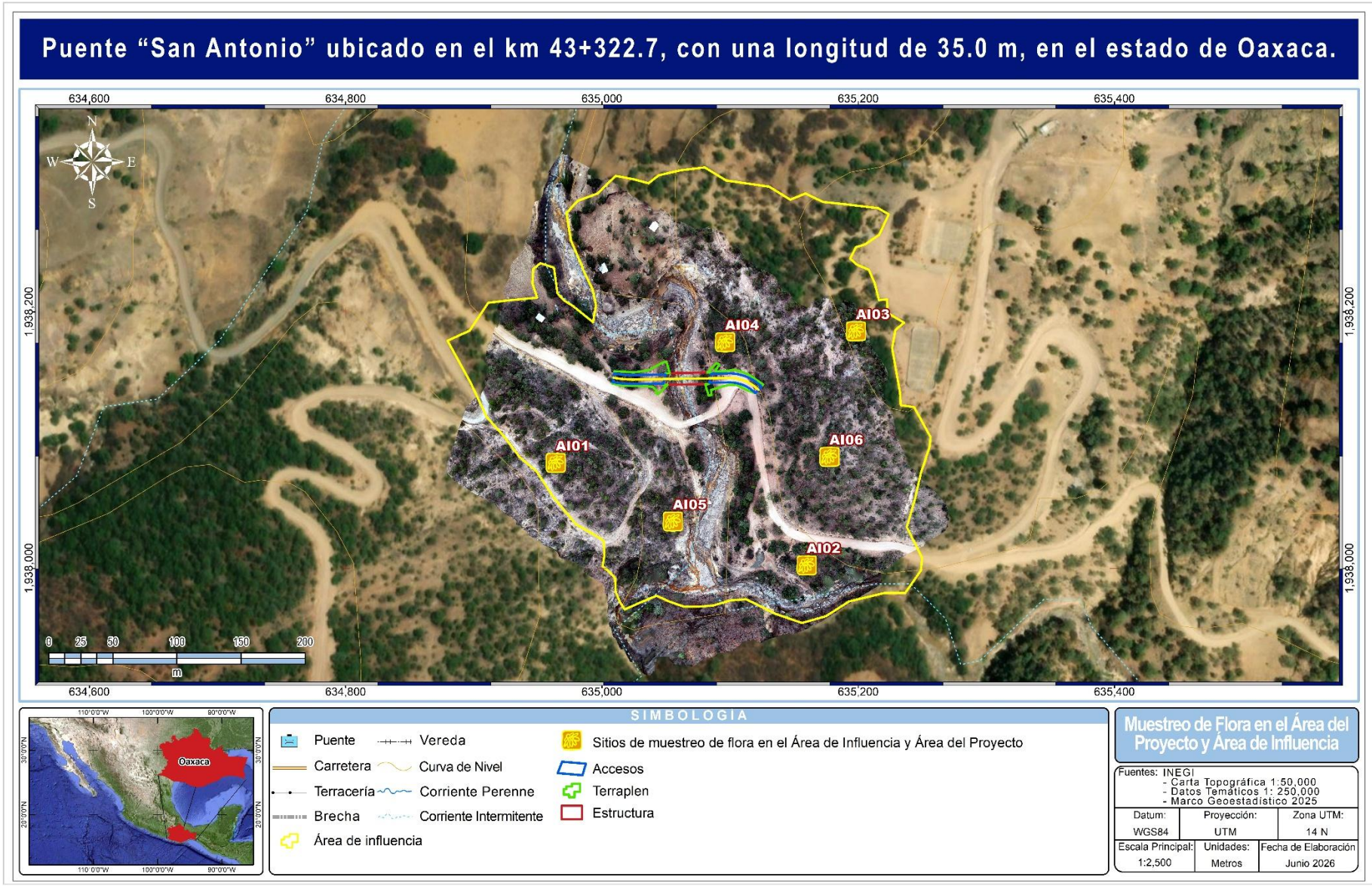
A continuación, se muestra la distribución de los sitios de muestreo dentro de la RE, área de influencia y el área del proyecto.

Imagen 9. Sitios de Muestreo de Flora en la RE.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen 10. Sitios de Muestreo de Flora en Área del proyecto y área de influencia.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tipos de vegetación

A continuación, se realiza una descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación con vocación forestal encontrados dentro de la RE y su Área de influencia, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VII (INEGI,2018):

- Pastizal Inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2,800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca, Muhlenbergia, Stipa y Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Por debajo de los 3 000m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los bosques de encino y pino son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima. Entre los géneros a los que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon, Aristida, Bouteloua, Bromus, Deschampsia, Hilaria, Muhlenbergia, Stipa, Trachypogon y Trisetum*.

Menos frecuentes o quizá menos fáciles de identificar son los pastizales originados a expensas de matorrales xerófilos y aún de otros pastizales. Del Valle de México se describen comunidades de este tipo, que en general son bajas y muchas veces abiertas, incluyen un gran número de gramíneas anuales. Los géneros *Buchloë, Erioneuron, Aristida, Lycurus y Bouteloua* contienen con frecuencia las especies dominantes. Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbácea no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses.

Las especies dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua, Hilaria, Trachypogon y Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Dasyochloa pulchella* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex, Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp.* (Zacate cadillo o Roseta), *Muhlenbergia phleoides, Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

Fotografía. 3 Pastizal Inducido en la RE y área del proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

🌍 Bosque de Encino

Comunidades vegetales distribuidas en los macizos montañosos de México, en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, Sierra Norte de Oaxaca en los estados de Baja California, Baja California Sur, Nuevo León, Veracruz, Oaxaca, Michoacán México, Jalisco, Guerrero, entre otros, a excepción de la península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que va de los 10 a 26° c. y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Preferentemente se encuentra sobre la exposición norte y oeste, pero se le puede encontrar en otras. Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género Quercus (más de 200 especies en México); estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, el tamaño varía desde los 4 hasta los 30 m de altura desde abiertos a muy densos. En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (Quercus laurina), encino nopis (Q. magnoliifolia), encino blanco (Q. candicans), roble (Q. crassifolia), encino quebracho (Q. rugosa), encino tesmolillo (Q. crassipes), encino cucharo (Q. urbanii), charrasquillo (Q. microphylla), encino colorado (Q. castanea), encino prieto (Q. laeta), laurelillo (Q. mexicana), Q. glaucoides, Q. scytophylla y en zona tropicales

Quercus oleoides. Son arboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a m

Dentro de la Región Ecológica podemos también encontrar su estado sucesional de vegetación secundaria, esto quiere decir que cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea, específicamente:

Fotografía. 4 Pastizal Inducido en la RE y área del proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

- Agricultura de temporal anual

Es aquella superficie que el suelo es utilizado para cultivos agrícolas que se realiza con agua de lluvia, es decir, su éxito depende de la precipitación y la capacidad del suelo para retener humedad. Los factores son muy variables a través de las regiones y los años, por lo que el agricultor de temporal, ante la incertidumbre sobre los resultados a obtener, decide invertir lo mínimo indispensable creando condiciones de baja productividad y aumentando los riesgos de pérdida, desperdiciando años con condiciones de buena precipitación y, lo que es más grave, reafirmando la creencia generalizada de que la agricultura de temporal es improductiva. La duración del ciclo de cultivo es generalmente menor a un año. Se presentan en la RE bajo los siguientes tiempos de duración:

- Anuales: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo. (TA)

Fotografía. 5 Agricultura de temporal anual en la RE y área del proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

- Asentamientos humanos (AH)

Corresponde a las superficies ocupadas por infraestructura urbana y rural destinada a vivienda, servicios, comercio, industria y equipamiento. Esta categoría integra ciudades, localidades, zonas habitacionales, fraccionamientos, parques industriales, instalaciones de servicios, así como la red de infraestructura asociada (vialidades, patios, explanadas y otras áreas urbanizadas). En términos de clasificación cartográfica, la Serie VII considera esta clase cuando el elemento construido constituye la cobertura dominante del terreno, implicando la sustitución prácticamente total de la vegetación natural o agrícola original y reflejando un alto grado de transformación antrópica del paisaje.

Fotografía. 6 Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en la RE y área del proyecto.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto, así como la Región Ecológica.

Fotografía. 7 Condiciones ambientales de la flora donde se encuentra el proyecto.

	
Pinus leiophylla especie ampliamente distribuida a lo largo de la RE y AI especie característica del tipo de vegetación donde se encuentra el proyecto	*Quercus obtusa* al igual que Q. rugosa especie característica de la RE.
	
Pinus pseudostrobus especie encontrada en la RE y AI se observó con mayores dimensiones en áreas más conservadas de la RE.	*Ipomoea murucoides* especie distribuida en la Región Ecológica y área del proyecto se observó más en límites de predios
	
Juniperus flaccida especie asociada a este tipo de vegetación	*Pinus teocote* especie arbustiva distribuida en la RE.

	
Baccharis salicifolia especie que es posible localizar distribuida en la RE.	*Asclepias angustifolia* especie distribuida ampliamente en la RE.
	
Wigandia ures especie indicadora de perturbación en ecosistemas se encontro ampliamente en la Región Ecológica principalmente en las orillas de caminos	*Loeselia mexicana* especie arbustiva distribuida en la RE.
	
Brickellia veronicifolia especie característica de ecosistemas que están en proceso de degradación en este caso agricultura de temporal anual	*Tithonia tubaeformis* especie herbácea distribuida en la RE y AI.



Physalis nicandroides especie característica VSa de Bosque de encino y pastizal inducido



Eragrostis intermedia especie distribuida ampliamente en pastizales inducidos, caminos o áreas perturbadas.





Melinis repens especie conocida como indicador de perturbación en pastizales.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con base en la evidencia fotográfica presentada, así como en la caracterización ambiental realizada mediante los trabajos de gabinete y campo, se considera que el desarrollo del proyecto es **ambientalmente viable**, siempre que se implementen de manera integral las medidas de prevención, mitigación, restauración y, en su caso, compensación ambiental establecidas en los capítulos subsecuentes de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

El proyecto consiste en la construcción de un puente, obra de infraestructura que permitirá mejorar las condiciones de conectividad y seguridad vial en la zona de influencia, garantizando la continuidad del tránsito durante todo el año y reduciendo los riesgos asociados al cruce del cauce, particularmente durante la temporada de lluvias, cuando las crecientes pueden limitar o impedir el paso de personas y vehículos.

La ejecución del proyecto contribuirá a optimizar la movilidad de la población, facilitar el acceso a servicios de salud, educación, comercio y protección civil, así como fortalecer las actividades económicas de la región al mejorar la comunicación entre las localidades beneficiadas. Asimismo, favorecerá la conectividad de la infraestructura carretera existente, incrementando la seguridad de los usuarios y reduciendo los tiempos de traslado.

Tabla 10 Resumen del muestreo realizado

Diseño de muestreo	Simple aleatorio
Tipo de muestreo	Cuadrantes 20mx10m (Ver distribución de los sitios de muestreo)
Número de muestreos realizados	16 sitios
Duración del muestreo	8 días (4 primer muestreo, 4 segundo muestreo)
Fecha de su realización y periodicidad	Invierno Primavera
Representatividad del muestreo	Es representativo
Tipo de comunidad	Perenne y litológicas
Tipo de análisis de datos	Índice de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou, Índice de Simpson, Dominancia.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Especies sujetas a afectación debido al proyecto

Motivo por la inclusión del proyecto existirá remoción de individuos vegetales, el acumulado de los mismos, así como el mapa de la superficie de afectación se muestran a continuación.

Tabla 11 Especie a remover por la ejecución del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Individuos por remover	Estrato	DAP y/o longitud (cm)	Altura (m)+	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Pinus teocote	Pino Azteca	5.00	A	31.00	17.00	-
Pinus leiophylla	Pino chimonque	4.00	A	34.00	12.00	-
Quercus crassifolia	Encino Colorado	5.00	A	21.00	7.00	-
Juniperus flaccida	Enebro triste	5.00	A	12.00	1.90	-
Loeselia mexicana	Espinosilla	7.00	Arb	45.00	1.10	-
Ageratina petiolaris	Amargocilla	5.00	Arb	65.00	0.90	-
Wigandia urens	Chichicastle manso	3.00	Arb	60.00	0.80	-
Melinis repens	Pasto Africano rosado	25.00	H	40.00	0.35	-
Eragrostis intermedia	Zacate llanero	19.00	H	35.00	0.45	-
Dyssodia papposa	Flamenquill	18.00	H	21.00	0.25	-
Physalis nicandroides	Matapulgas	29.00	H	17.00	0.20	-

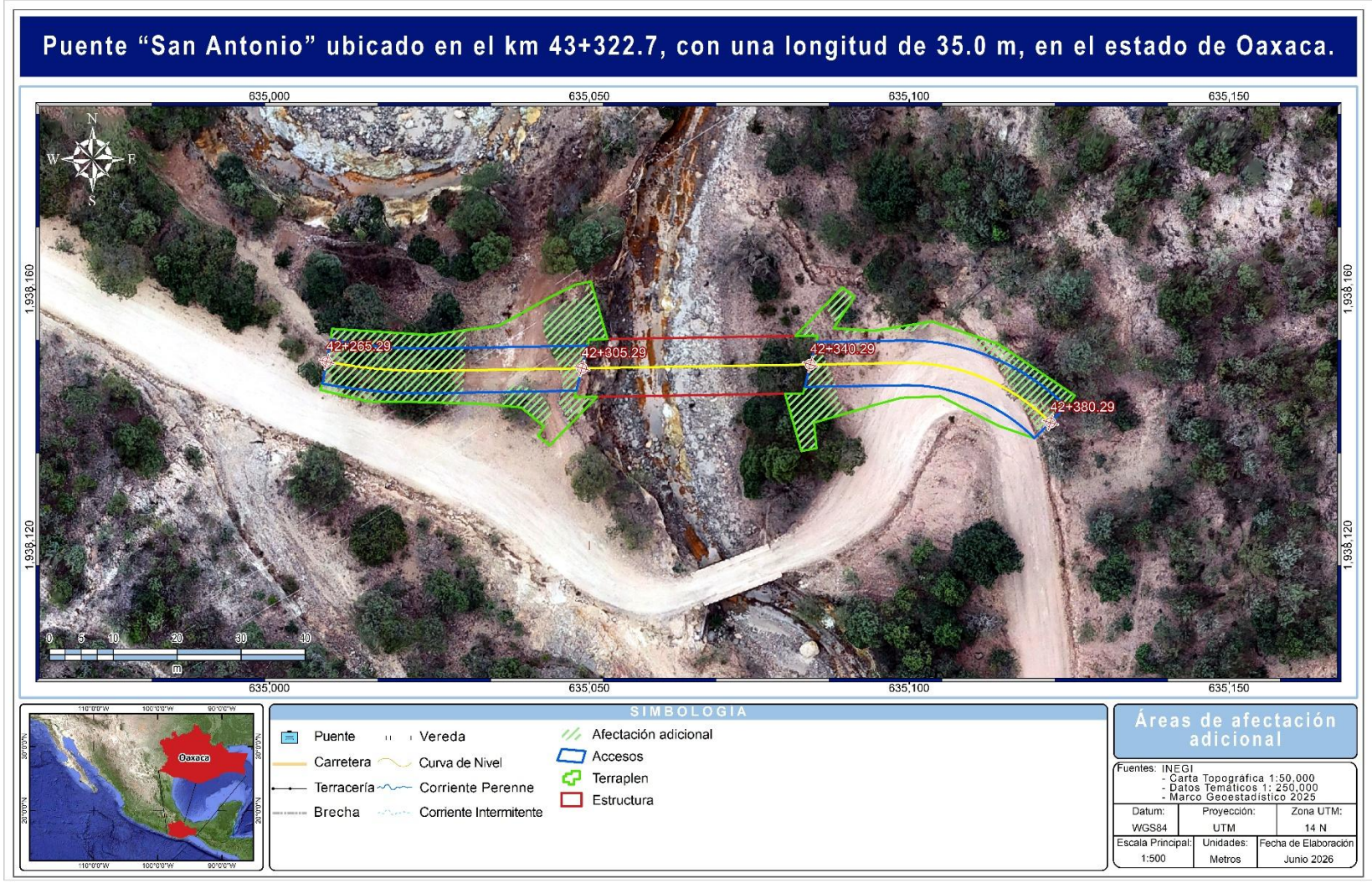
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla 12 total de especies por estrato de flora que serán sujetos a remoción

Estrato	Individuos por remover
Arbóreo	19
Arbustivo	15
Herbáceo	91
Total	125

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen 11. Uso de Suelo y Vegetación presente en la RE y Área del Proyecto.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Estado de conservación y/o perturbación que presenta la vegetación a afectar.

Durante los recorridos en la Región Ecológica del proyecto, se observó un ecosistema conservado con gran diversidad de especies, no obstante, en las áreas cercanas al proyecto se presenta cambio de uso de suelo para dar paso a la agricultura temporal anual, así como al pastizal inducido para el pastoreo extensivo, esto a pesar de no realizarse el proyecto conllevara a la inevitable degradación de la RE analizado.

Especies de interés comercial.

En el área del proyecto, a pesar de que se encuentran especies que pueden tener un interés comercial, la poca conectividad, así como el poco interés por parte de la población local hace que las especies reportadas no se consideren un interés comercial.

Especies endémicas, raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

La importancia de la flora mexicana recae en el número total de especies, su riqueza y número de endemismos. El alto porcentaje de endemismos se explica por la antigüedad de la flora mexicana y también por su grado de aislamiento ecológico y biogeográfico, también existe cierta relación florística entre las zonas templadas y cálidas de México, las cuales permiten el desarrollo de una flora particular con un gran número de especies endémicas.

Tabla 13 Clasificación del estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

ESTATUS	CATEGORÍA
E	Probablemente extinta en el medio silvestre
P	En peligro de extinción
A	Amenazadas
Pr	Sujeta a protección especial

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con base en los recorridos de campo, el inventario florístico realizado y la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que dentro del área donde se desarrollarán las obras y actividades del proyecto no se registraron individuos de especies de flora silvestre incluidas en alguna categoría de riesgo (Probablemente Extinta en el Medio Silvestre, En Peligro de Extinción, Amenazada o Sujeta a Protección Especial).

En consecuencia, la ejecución del proyecto no implicará la remoción, afectación o pérdida directa de especies vegetales protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. La vegetación que será intervenida está conformada por especies comunes y de amplia distribución regional, características de la vegetación secundaria y de los bosques templados presentes en la Mixteca Alta de Oaxaca.

Con lo anterior se muestra que, debido al desarrollo del proyecto, sólo requerirá la de 125 individuos vegetales, de los cuales 19 son árboles, 15 arbustos y 91 son herbáceas, cabe señalar, que no existen elementos vegetales que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es importante no afectar la vegetación de manera innecesaria aun cuando las especies no estén consideradas bajo alguna categoría de riesgo.

Con base en las características técnicas del proyecto, se concluye que la sustitución del puente se llevará a cabo íntegramente dentro del derecho de vía existente, sin requerir la ocupación de superficies adicionales ni la apertura de nuevas áreas para la ejecución de las obras. En este sentido, el proyecto no implica la

transformación permanente de terrenos forestales hacia un uso distinto, sino la modernización y sustitución de una obra de infraestructura previamente establecida.

Durante la etapa de preparación del sitio será necesaria la remoción de individuos vegetales antes listados, los cuales se localizan dentro del derecho de vía existente y cuya afectación es puntual e indispensable para la construcción de la nueva estructura. Esta intervención no modifica el uso actual del terreno ni representa la incorporación de nuevas superficies al desarrollo del proyecto. En consecuencia, la ejecución del proyecto no implica la apertura de nuevos frentes de afectación sobre terrenos forestales, manteniéndose la ocupación dentro de la infraestructura vial existente. Asimismo, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental descritas en el presente documento, con el propósito de minimizar los impactos sobre la vegetación y favorecer la recuperación de las condiciones ambientales del sitio.

Vinculación con los Instrumentos Jurídicos

Derivado de la Reforma Constitucional en Materia de Derechos y Cultura Indígena de 2001, los derechos de estas colectividades son reconocidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. De esta forma se confirmó el reconocimiento del rasgo pluricultural de la nación mexicana, el cual está sustentado originalmente en sus pueblos y comunidades indígenas. Otros elementos regulatorios que intervienen en la garantía de los derechos humanos y autonomía de los pueblos indígenas son los convenios y tratados internacionales de los que México forma parte.

A continuación, se presenta la vinculación con los instrumentos jurídicos aplicables relativos a la propuesta y ejecución de una consulta a pueblos y comunidades indígenas.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Dentro de la Constitución mexicana, pueden observarse varios artículos que rescatan los derechos consagrados en el Convenio 169 de la OIT, entre ellos el derecho a las tierras, la consulta y la participación de los pueblos indígenas, en este sentido a continuación se presenta la vinculación con aquellos artículos que se relacionan con la consulta a los pueblos y comunidades indígenas.

Tabla 14 Vinculación con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 1º. En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece. Párrafo reformado Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia. Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. En consecuencia, el Estado deberá prevenir,	De acuerdo con los artículos 1 y 2 de la constitución política de los estados unidos mexicanos, el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, pretende establecer los procedimientos metodológicos y técnicos para realizar una consulta a las comunidades indígenas que intervienen con el mencionado proyecto, para así promover, respetar, proteger y garantizar sus derechos. El establecimiento de lineamientos para una consulta de las comunidades indígenas en las que tienen injerencia en el proyecto busca, además, ejercer el derecho de las comunidades para fijar sus propias condiciones y requisitos, exigir que el proyecto se ajuste a su concepción de desarrollo y que puedan plantear otras alternativas de desarrollo.

investigar, sancionar y reparar las violaciones a los derechos humanos, en los términos que establezca la ley.	Por lo anterior se considera que el proyecto se fundamenta y actúa en congruencia con lo establecido en estos artículos de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.
Artículo 2º. La Nación tiene una composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas que son aquellos que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciarse la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas. La conciencia de su identidad indígena deberá ser criterio fundamental para determinar a quiénes se aplican las disposiciones sobre pueblos indígenas. Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que formen una unidad social, económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres. El derecho de los pueblos indígenas a la libre determinación se ejercerá en un marco constitucional de autonomía que asegure la unidad nacional. El reconocimiento de los pueblos y comunidades indígenas se hará en las constituciones y leyes de las entidades federativas, las que deberán tomar en cuenta, además de los principios generales establecidos en los párrafos anteriores de este artículo, criterios etnolingüísticos y de asentamiento físico. **B.-** La Federación, las entidades federativas y los Municipios, para promover la igualdad de oportunidades de los indígenas y eliminar cualquier práctica discriminatoria, establecerán las instituciones y determinarán las políticas necesarias para garantizar la vigencia de los derechos de los indígenas y el desarrollo integral de sus pueblos y comunidades, las cuales deberán ser diseñadas y operadas juntamente con ellos. Para abatir las carencias y rezagos que afectan a los pueblos y comunidades indígenas, dichas autoridades, tienen la obligación de: **IX.-** Consultar a los pueblos indígenas en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo y de los planes de las entidades federativas, de los Municipios y, cuando proceda, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México y, en su caso, incorporar las recomendaciones y propuestas que realicen.	
Artículo 26. A. El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación. Los fines del proyecto nacional contenidos en esta Constitución determinarán los objetivos de la planeación. La planeación será	Relativo al artículo 26 A de la constitución, tenemos que dentro del sistema de planeación democrática también son incluidos los pueblos y comunidades indígenas, por lo que a través de los sistemas de consulta se puede ejecutar y asegurar la equidad y democratización.

democrática y deliberativa. Mediante los mecanismos de participación que establezca la ley, recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo. Habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.	Como se ha mencionado el objeto del presente documento es dar a conocer un panorama sociodemográfico del área del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, así como, proponer y establecer los lineamientos para llevar a cabo una consulta en las comunidades indígenas que se verán estrechamente relacionadas con el proyecto. Lo anterior con el afán de dar cumplimiento a las regulaciones aplicables y ejecutar la consulta como un instrumento de protección de derechos de los pueblos indígenas, pues abre la posibilidad para que mediante el diálogo entre autoridades y otros actores se puedan advertir y establecer las condiciones necesarias para que el proyecto en cuestión, se desarrolle en congruencia con la legalidad y de ninguna forma se vulnere el derecho a la tierra, territorio, recursos naturales y medio ambiente adecuado.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Declaración Universal de los Derechos Humanos

A nivel internacional existe un amplio marco normativo que hace referencia a los derechos de los pueblos indígenas. Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948; esta declaración es un documento que marca un hito en la historia de los derechos humanos. Elaborada por representantes de todas las regiones del mundo con diferentes antecedentes jurídicos y culturales.

Los derechos de los pueblos indígenas conforme al derecho internacional han evolucionado partiendo del derecho internacional vigente, incluidos los tratados de derechos humanos; en función de las circunstancias en que se encontraban estos pueblos y de sus prioridades, como los derechos a sus tierras, territorios y recursos y a la libre determinación. En la siguiente tabla se presenta la vinculación de este instrumento con respecto a la ejecución del proyecto.

Tabla 15. Vinculación con la Declaración Universal de los Derechos Humanos.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 1 Todos los seres humanos nacen libres e iguales en dignidad y derechos y, dotados como están de razón y conciencia, deben comportarse fraternalmente los unos con los otros.	La declaración universal de los derechos humanos tiene como objetivo fomentar y garantizar la igualdad de derechos para cualquier ser humano, incluyendo el derecho a la libre determinación, así como el derecho de todos los seres humanos a perseguir su desarrollo material, cultural y espiritual en condiciones de libertad y de dignidad. Con base en lo anterior, el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, promoverá y dará cumplimiento a estos derechos mediante el establecimiento de lineamientos para ejecutar de manera
Artículo 2 Toda persona tiene los derechos y libertades proclamados en esta Declaración, sin distinción alguna de raza, color, sexo, idioma, religión, opinión política o de cualquier otra índole, origen nacional o social, posición económica, nacimiento o cualquier otra condición. Además, no se hará distinción alguna fundada en la condición política, jurídica o internacional del país o territorio de cuya jurisdicción dependa una persona, tanto	

si se trata de un país independiente, como de un territorio bajo administración fiduciaria, no autónomo o sometido a cualquier otra limitación de soberanía.	adecuada una consulta a las comunidades indígenas que injieren con el proyecto. Además de dar cumplimiento de las obligaciones legales, el objeto de determinar lineamientos y ejecutar una consulta, es reconocer el derecho de todas las personas y grupos a ser diferentes, a considerarse a sí mismos diferentes y a ser respetados como tales, así como fomentar la participación de estas comunidades en un marco legal adecuado.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Lo anterior tiene una estrecha relación con el respeto y observancia del derecho de todos los pueblos indígenas a ser libres e iguales en cuanto a dignidad y derechos de conformidad con las normas internacionales, y reconociendo al mismo tiempo todos los derechos humanos fundamentales.

Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)

Los pueblos indígenas y tribales en América Latina presentan hoy en día, los peores indicadores socioeconómicos y laborales, y la discriminación por origen étnico o racial agrava las brechas de ingreso de manera radical. En este sentido, el Convenio constituye una pieza clave en la acción de la OIT a favor de la justicia social, objetivo reafirmado en el 2008 con la adopción de la Declaración sobre la justicia social para una globalización equitativa.

El Convenio 169 tiene dos postulados básicos: el derecho de los pueblos indígenas a mantener y fortalecer sus culturas, formas de vida e instituciones propias; y su derecho a participar de manera efectiva en las decisiones que les afectan. A continuación, se presentan los artículos relacionados con las disposiciones aplicables al proyecto.

Tabla 16. Vinculación con el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 6 1. Al aplicar las disposiciones del presente Convenio, los gobiernos deberán: a) consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente; b) establecer los medios a través de los cuales los pueblos interesados puedan participar libremente, por lo menos en la misma medida que otros sectores de la población, y a todos los niveles en la adopción de decisiones en instituciones electivas y organismos administrativos y de otra índole responsables de políticas y programas que les conciernan; c) establecer los medios para el pleno desarrollo de las instituciones e iniciativas de esos pueblos,	El Convenio también garantiza el derecho de los pueblos indígenas y tribales a decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural. Debido a que el proyecto refiere a la construcción de un puente, que cruza el municipio de San Antonino Monte Verde, el proyecto pretende dar cumplimiento y certeza al marco normativo que lo rige, así como garantizar el derecho a la participación de estas comunidades, por lo que a través del presente documento se establecerán las bases y lineamientos metodológicos, para en caso de requerirse, ejecutar de forma adecuada un proceso de consulta en donde la mencionada comunidad participe en la toma de decisiones a través de procedimientos apropiados, de buena fe, y con el respaldo de sus instituciones representativas, de acuerdo a sus sistemas normativos internos.

y en los casos apropiados proporcionar los recursos necesarios para este fin. 2. Las consultas llevadas a cabo en aplicación de este Convenio deberán efectuarse de buena fe y de una manera apropiada a las circunstancias, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas.	
Artículo 7 1. Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural. Además, dichos pueblos deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente.	La obligación de consultar a los pueblos indígenas y permitir su libre participación se relaciona, en general, con la aplicación de todas las disposiciones del Convenio, el cual establece que la participación se debe asegurar en todos los niveles de la formulación, implementación y evaluación de las medidas y programas que los afecten directamente. A través del instrumento de la consulta, el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, en observancia de las normas internacionales enunciadas en el Convenio pretende brindar la oportunidad de participar libremente a la población de las comunidades indígenas de la zona del proyecto, en la formulación, implementación y evaluación de las acciones que propone el mencionado proyecto.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas

La Declaración fue adoptada por la Asamblea General el 13 de septiembre de 2007. Es un documento exhaustivo que aborda temas como los derechos colectivos, los derechos culturales y la identidad, y los derechos a la salud, la educación, y el empleo entre otros. La Declaración enfatiza el derecho de los pueblos indígenas de preservar y fortalecer sus propias instituciones, culturas y tradiciones y de trabajar y oír su desarrollo de acuerdo con sus aspiraciones y necesidades. La Declaración sin duda favorecerá a los pueblos indígenas en sus esfuerzos por combatir la discriminación y el racismo.

Unos de los aspectos relevantes de este instrumento es que no solo abarca Derechos individuales, muchos de ellos anteriormente reconocidos por la Declaración Universal de los Derechos Humanos y otros instrumentos internacionales, sino que también reconoce derechos colectivos. Al respecto, una de las distinciones entre ambos radica en que los primeros son perfectamente ejercitables y aplicables de forma individual; mientras que los segundos, por ser de carácter social o político, requieren que se ejerciten de manera colectiva o mancomunada.

Tabla 17. Vinculación con la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 4 Los pueblos indígenas, en ejercicio de su derecho a la libre determinación, tienen derecho a la autonomía o al autogobierno en las cuestiones relacionadas con sus asuntos internos y locales, así como a disponer de medios para financiar sus funciones autónomas.	La integración del presente documento busca observar lo establecido en la declaración de la naciones unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas, específicamente hacia los derechos colectivos de los pueblos y comunidades indígenas que se relacionan directamente con el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, ya que al tratarse de un proyecto de vías de comunicación, en el caso de que existan comunidades indígenas dentro de este podría surgir un impacto en la dinámica social, económica y cultural de la zona. En este sentido el establecimiento de lineamientos de actuación y ejecución para que los pueblos indígenas ejerzan su derecho a participar en la adopción de decisiones es de vital importancia, ya que de la adecuada formulación y ejecución de estos depende que se puedan establecer las condiciones necesarias para que el proyecto en cuestión no termine vulnerando el derecho a la tierra, territorio, recursos naturales, medio ambiente adecuado y que además, las comunidades participen de manera informada y libre en los procesos de consulta.
Artículo 5 Los pueblos indígenas tienen derecho a conservar y reforzar sus propias instituciones políticas, jurídicas, económicas, sociales y culturales, manteniendo a la vez su derecho a participar plenamente, si lo desean, en la vida política, económica, social y cultural del Estado.	
Artículo 18 Los pueblos indígenas tienen derecho a participar en la adopción de decisiones en las cuestiones que afecten a sus derechos, por conducto de representantes elegidos por ellos de conformidad con sus propios procedimientos, así como a mantener y desarrollar sus propias instituciones de adopción de decisiones.	
Artículo 23 Los pueblos indígenas tienen derecho a determinar y a elaborar prioridades y estrategias para el ejercicio de su derecho al desarrollo. En particular, los pueblos indígenas tienen derecho a participar activamente en la elaboración y determinación de los programas de salud, vivienda y demás programas económicos y sociales que les conciernan y, en lo posible, a administrar esos programas mediante sus propias instituciones.	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Programa Nacional de Pueblos Indígenas

Las premisas fundamentales del Programa Nacional de los Pueblos Indígenas son las de fortalecer los procesos de autonomía y formas de organización propias; consolidar sus formas de participación efectiva en el diseño, implementación y evaluación de las políticas públicas y programas de gobierno que se atañen y fomenten el aprovechamiento sostenible de sus tierras, territorios y recursos naturales, así como la distribución justa y equitativa de la riqueza, para combatir la lacerante pobreza y marginación en que se encuentran.

El gobierno de México a través de este programa reconoce a los Pueblos Indígenas y Afromexicanos como sujetos de derechos públicos, con capacidad de definir libremente sus formas de organización política, así como su desarrollo económico, social y cultural, conforme a lo establecido en la legislación nacional e internacional, para superar las condiciones de pobreza, marginación, desigualdad, exclusión y discriminación que histórica y estructuralmente han vivido.

Objetivo General

Impulsar y garantizar el desarrollo y bienestar de los Pueblos Indígenas y Afromexicanos como sujetos de derecho público, en el marco de una nueva relación con el Estado mexicano, para el ejercicio efectivo de sus derechos, el aprovechamiento sostenible de sus tierras, territorios y recursos naturales, así como el

fortalecimiento de sus autonomías, instituciones, culturas e identidades, mediante la implementación de procesos permanentes de diálogo, participación, consulta y acuerdo.

Principios

Libre determinación

Se mantendrá una relación de coordinación y respeto con los Pueblos Indígenas y Afromexicanos, quienes tienen la capacidad para determinar libremente su condición política y perseguir su desarrollo económico, social y cultural. Asimismo, se establecerá, mecanismos para la transferencia directa de recursos públicos a los Consejos Regionales, Municipios y Comunidades.

Participación y consulta

La construcción de la política pública se realizará mediante un proceso permanente de diálogo, participación, coordinación y acuerdo. Cuando se prevean medidas administrativas o legislativas susceptibles de afectarlos se les consultará de manera libre, previa e informada.

Tabla 18. Vinculación con el Programa Nacional de Pueblos Indígenas.

OBJETIVO	VINCULACIÓN
Objetivo 3. Acciones de infraestructura social, de comunicaciones, conectividad y radiodifusión en comunidades indígenas y afromexicanas. 🌎 **Estrategia 3.2. Construcción y modernización de caminos rurales para la integración territorial y las comunicaciones.** ○ **Líneas de acción:** ▪ **3.2.1. Apoyar en la construcción y modernización de caminos rurales y carreteras alimentadoras.** ▪ **3.2.3. Pavimentación de caminos a cabeceras municipales indígenas.**	De conformidad con la normatividad aplicable y los estándares internacionalmente establecidos, el área central de aplicación del derecho a la participación, la consulta previa y el consentimiento se enmarca en el contexto de las relaciones entre los pueblos indígenas y los Estados. Este derecho tiene su correspondencia con la obligación de los Estados de consultar a los pueblos indígenas, de buena fe y con el objetivo de llegar a un acuerdo u obtener su consentimiento sobre asuntos que les afecten en distintos contextos. Debido a que el proyecto refiere a una vía de comunicación que puede desencadenar diversos efectos sociales y económicos en las comunidades indígenas aledañas, mediante el presente documento, se busca instrumentar la integración de los criterios, metodologías y procedimientos que deberán ser aplicados, para llevar a cabo en forma correcta, y dar cumplimiento a todas las propuestas de inclusión, prevención, mitigación y compensación de impactos sociales, derivados del proyecto tanto en la zona de afectación o de influencia directa, como en los poblados próximos al proyecto. Es importante mencionar que en todos los casos en que se aplica la consulta con los pueblos indígenas, el principio de buena fe implica una negociación en donde todas las partes involucradas estén dispuestas a escuchar y ceder en sus posiciones, y defender sus legítimos intereses, y en el que los acuerdos alcanzados vinculen a ambas partes. Con la aplicación de una consulta se busca garantizar y ejercer una serie de derechos humanos y colectivos fundamentales, incluyendo el derecho a la libre determinación y el derecho a la integridad cultural.
Objetivo 9. Derecho a la participación, representación, consulta y el consentimiento libre, previo e informado. ➢ **Estrategia 9.2. Sistema de Consulta y Participación de los Pueblos Indígenas.** ○ **Líneas de acción:** ✓ **9.2.1. Actualizar el Protocolo de actuación para la implementación del derecho a la consulta y el consentimiento libre, previo e informado.** ✓ **9.2.2. Construir el Sistema de Consulta y Participación de los Pueblos Indígenas y Afromexicanos.** ✓ **9.2.3. Crear un Fondo Especial para la Implementación del Derecho a la Consulta.** ✓ **9.2.4. Generar tipologías de consulta en función de posibles impactos y efectos.** ○ **9.2.5. Realizar evaluaciones periódicas y generar recomendaciones respecto al derecho a la consulta.**	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Plan Nacional de Desarrollo

El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos que fueron identificados, y se definieron tres ejes transversales:

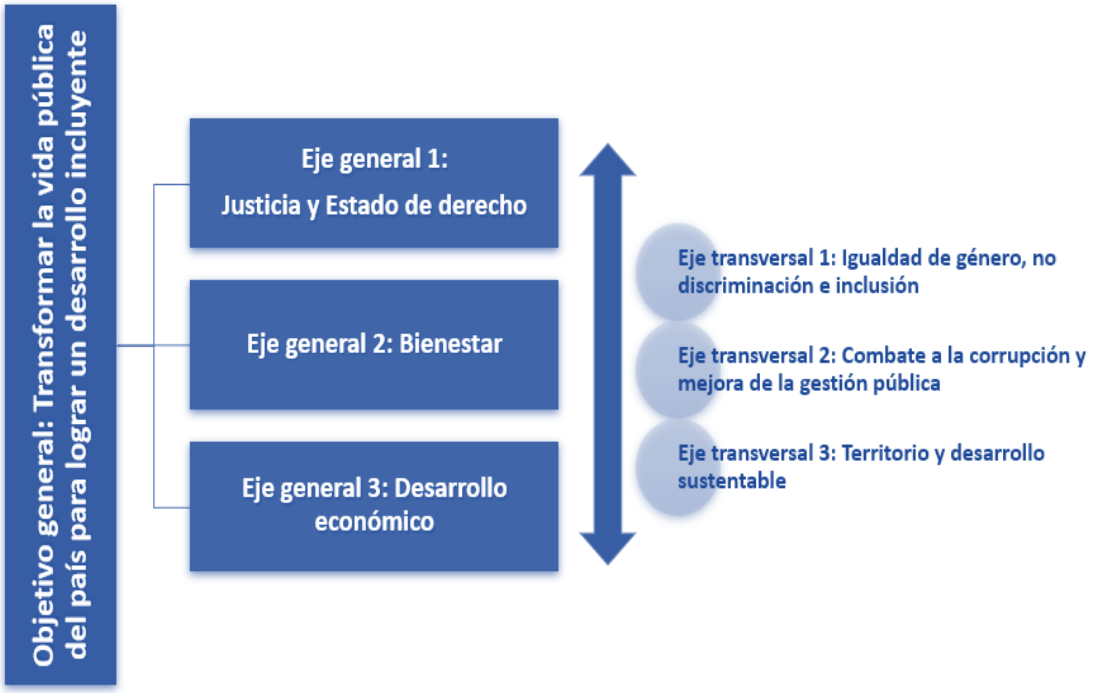
- **Justicia y Estado de Derecho.**
- **Bienestar.**
- **Desarrollo económico.**

Asimismo, se detectaron tres temas comunes a los problemas públicos que fueron identificados, y se definieron tres ejes transversales:

- **Igualdad de género, no discriminación e inclusión.**
- **Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública.**
- **Territorio y desarrollo sostenible.**

Lo anterior se presenta gráficamente en la siguiente imagen:

Imagen 12. Esquema general del PND 2019-2024.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026. con datos del PND 2019-2024.

El PND plantea un objetivo para cada eje general, que refleja el fin último de las políticas propuestas por esta administración en cada uno de ellos. A su vez, cada eje general se conforma por un número de objetivos que corresponden a los resultados esperados, factibles y medibles que se esperan al implementar las políticas públicas propuestas.

Eje transversal 1 "Igualdad de género, no discriminación e inclusión"

El eje transversal 1 parte de un diagnóstico general donde se reconocen las desigualdades que existen por motivos de sexo, género, edad, origen étnico, condición de discapacidad y condición social o económica; así

como las desigualdades territoriales. La eliminación o reducción de estas requiere de un proceso articulado en la planeación, el diseño, la implementación, el monitoreo y la evaluación de las políticas, programas y acciones en todos los sectores, ámbitos y territorios, con perspectiva de género, no discriminación, de ciclo de vida, de interculturalidad y de desarrollo territorial. Todo lo anterior, sin dejar a nadie atrás.

En un país multicultural y que celebra su diversidad, esto también conlleva la necesidad de no solo de integrar las visiones de los distintos sectores de la sociedad a diseñar y desarrollar programa y políticas públicas que sean resultado de esta integración, sino que, en ciertos casos como el de los pueblos indígenas, se debe encontrar un espacio para que convivan las diferentes formas de participación y que estos grupos definan las prioridades de desarrollo de sus comunidades.

Finalmente, el Gobierno de México tiene como pendiente histórico garantizar el derecho a la libre determinación de los pueblos y comunidades indígenas, el reconocimiento a sus sistemas normativos de conformidad con lo establecido en la Constitución Federal y en los tratados internacionales en los que México es parte en materia.

Objetivo 1.1 Fortalecer la gobernabilidad democrática

- Coordinar la relación con los otros Poderes de la Unión para impulsar las reformas legales del Ejecutivo y promover un sistema jurídico eficiente, incluyente y eficaz que garantice el ejercicio de los derechos humanos sin discriminación.
- Concretar acuerdos con los otros órdenes de gobierno, incluyendo poderes legislativos y judiciales locales, para instrumentar las acciones de política interior y favorecer la aplicación del marco jurídico nacional y garantizar los derechos humanos sin discriminación.
- Fortalecer las instituciones, los mecanismos, los instrumentos y los medios alternativos de solución de controversias, a fin de dar solución temprana a conflictos entre particulares y con autoridades para proteger, entre otros derechos, la propiedad privada y colectiva, incluyendo los de propiedad de la tierra y propiedad intelectual, así como los derechos de los trabajadores, de los consumidores, de los contribuyentes, de los usuarios de servicios financieros, con especial atención a las mujeres y grupos históricamente discriminados.
- Garantizar el Estado laico y conducir una relación de respeto con todas las iglesias y agrupaciones religiosas.
- Consolidar el derecho a la libre determinación y autonomía de los pueblos indígenas y afromexicanos, y su coordinación con los tres órdenes de gobierno.

Objetivo 1.2 Fortalecer la cultura democrática, abrir el gobierno a la participación social y escuchar de manera permanente a la sociedad, dando especial atención a las mujeres y grupos históricamente discriminados y marginados

- 1.2.1 Promover el diálogo abierto, con accesibilidad, transparente, culturalmente pertinente y respetuoso de todas las instancias del Gobierno de México con los sectores de la población.
- 1.2.2 Impulsar la construcción de ciudadanía, desde la perspectiva de género y de derechos humanos, como fundamentos para el ejercicio y exigencia de sus derechos y cumplimiento de sus obligaciones, así como para fomentar la participación de la ciudadanía a la gobernabilidad democrática.
- 1.2.3 Promover la participación de las personas, las comunidades, las organizaciones de la sociedad civil, la academia y el sector privado en el ciclo de las políticas públicas.
- 1.2.4 Garantizar el pleno ejercicio de la libertad de expresión, del derecho a la identidad y de los derechos a la información y de petición, además de fortalecer la transparencia y la apertura gubernamental, como medios para la exigibilidad de sus derechos y el fortalecimiento de la ciudadanía.
- 1.2.5 Garantizar la participación política de la ciudadanía para ejercer su derecho a la consulta libre, previa e informada de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas.

Eje general 3 "Desarrollo económico"

Tiene como objetivo Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.

El desarrollo económico implica la construcción de un entorno que garantice el uso eficiente y sostenible financiera y ambientalmente de los recursos, así como la generación de los medios, bienes, servicios y capacidades humanas para garantizar la prosperidad.

Para impulsar este desarrollo es fundamental implementar acciones concertadas y sostenidas de política que estimulen el crecimiento de la economía y aseguren que los frutos de este crecimiento se distribuyan de manera justa en todas las regiones del país.

Objetivo específico 3.6 Desarrollar de manera transparente una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

La infraestructura pública es un elemento fundamental para detonar el potencial económico de un país. La infraestructura económica como carreteras, aeropuertos y puertos aumenta la capacidad productiva; reduce los costos de transacción; incrementa la actividad agropecuaria, industrial y de servicios; conecta a los pueblos y comunidades indígenas; y brinda a la sociedad más y mejores oportunidades, así como empleos mejor remunerados. Para alcanzar el objetivo se proponen las siguientes estrategias:

- **3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.**
- **3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.**
- **3.6.3 Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.**
- **3.6.4 Contribuir a que los pueblos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.**
- **3.6.5 Promover la competencia, transparencia, evaluación y rendición de cuentas de los programas, acciones, procesos y recursos orientados al desarrollo de obra pública y la mejora de la infraestructura del país.**

Vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo

El proyecto pretende intercomunicar e integrar a los poblados y comunidades que se encuentran en la región, a través de la construcción del **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, lo anterior con el objetivo de: promover el desarrollo económico de la región involucrada, al mismo tiempo este puente es la respuesta a la necesidad de conexión de los habitantes de las localidades de la región. Así mismo se busca la seguridad para los habitantes de la zona incrementándose en épocas de lluvia y disminuyendo en épocas de estiaje. Este puente ayudará a mejorar las condiciones económicas de los poblados cercanos y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte, así mismo será un importante apoyo para el desarrollo de las localidades y beneficiará de manera secundaria a las poblaciones más alejadas de esta zona.

Con base en lo mencionado, es de vital importancia fortalecer la cultura de la participación y toma de decisiones de manera endógena en las comunidades indígenas de la zona del proyecto, es por este motivo que el presente documento tiene como objetivo principal, el establecimiento de lineamientos y la adecuada aplicación de

métodos para el desarrollo óptimo de un proceso consultivo comunitario, que se ejecute a través del diálogo intercultural entre pueblos indígenas y la dependencia promovente del proyecto que influencia comunidades indígenas.

La adecuada aplicación de estos mecanismos contribuye a prevenir y resolver conflictos de intereses, construir proyectos de desarrollo, inclusivos y respetuosos. Además de fomentar la legalidad y coadyuvar al cumplimiento de los instrumentos jurídicos aplicables para el proyecto.

Identificación de los pueblos y comunidades que se ubican en el área de estudio del proyecto

Descripción del área de estudio

Descripción del área de estudio asociada a la zona de obras y estructuras principales del proyecto

El proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, se localiza en el municipio San Antonino Monte Verde.

Descripción socioeconómica de la población indígena vinculada con el proyecto

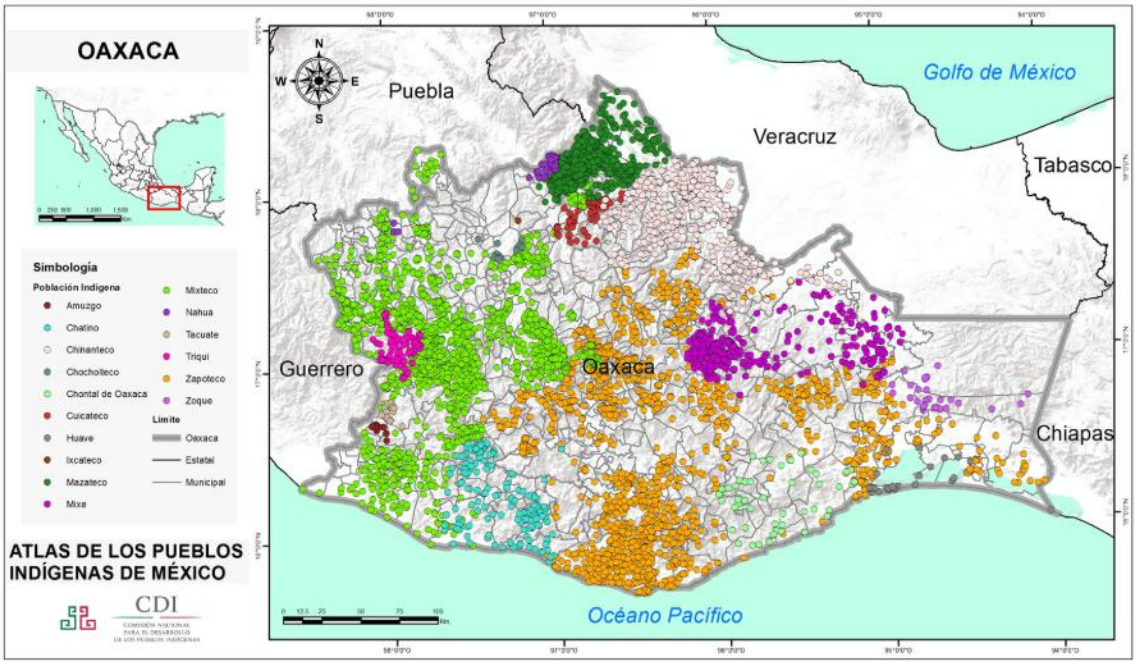
El proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, se localiza en el municipio de San Antonino Monte Verde; para identificar las localidades indígenas cercanas al proyecto y dentro del área de influencia, se consultó el Atlas de Pueblos Indígenas del INEGI, arrojando los siguientes resultados:

Tabla 19. Hablantes de lengua indígena y condición de habla española (5 años y más) en el estado de Oaxaca.

PUEBLO INDÍGENA	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Chatinos	22,423	26,780	49,203
Chinantecos	63,604	71,834	135,438
Chocholtecos	325	410	735
Chontales de Oaxaca	2,593	2,457	5,050
Cuicatecos	6,082	7,053	13,135
Huaves	8,929	8,979	17,908
Ixcatecos	72	73	145
Mazatecos	110,635	122,855	233,490
Mixes	110,635	122,855	233,490
Mixtecos	234,939	266,760	501,699
Tacuates	234,939	266,760	501,699
Triquis	11,554	13,176	24,730
Zapotecos	224,006	246,954	470,960
Zoques	33,009	33,242	66,251

Fuente: INEGI, 2015.

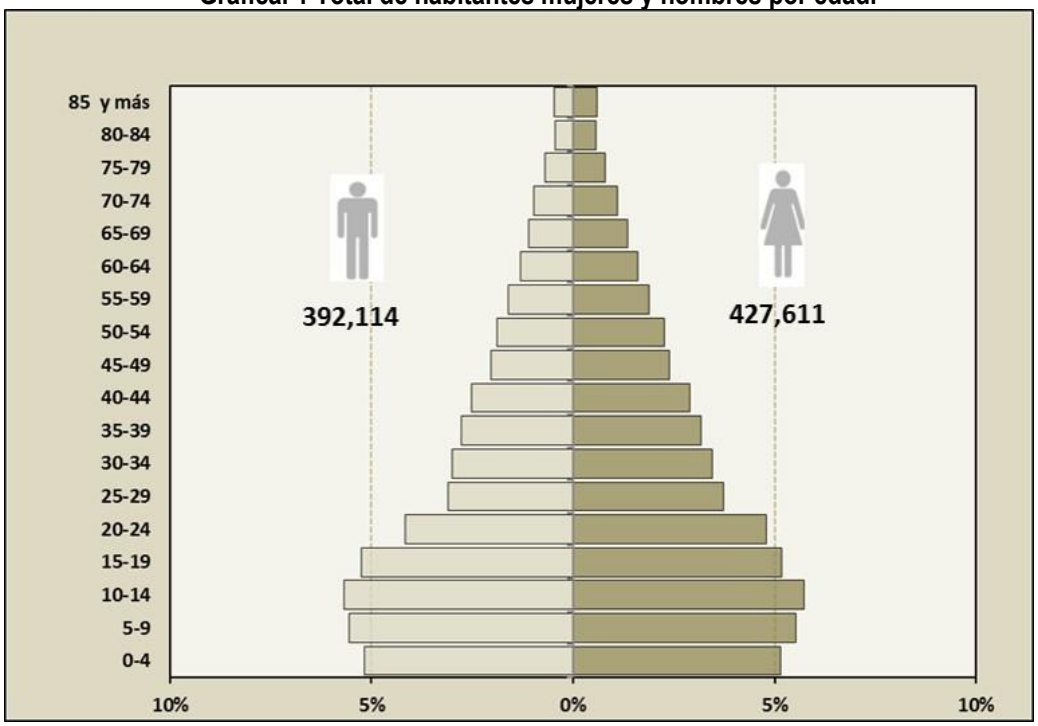
Imagen 13. Pueblos indígenas en Oaxaca.



Fuente: CDI, 2015.

De acuerdo con el mapa del Atlas de los Pueblos Indígenas, en el estado de Oaxaca predominan tres pueblos indígenas; Mixtecos, Tacuates y Zapotecos.

Gráfica. 1 Total de habitantes mujeres y hombres por edad.



Fuente: Atlas de los Pueblos Indígenas de México, 2015.

Gráfica. 2 Porcentaje de población indígena de 5 años y más bilingüe y monolingüe.



Fuente: Atlas de los Pueblos Indígenas de México, 2015.

Gráfica. 3 Porcentaje de población indígena de 15 años y más según nivel de escolaridad.



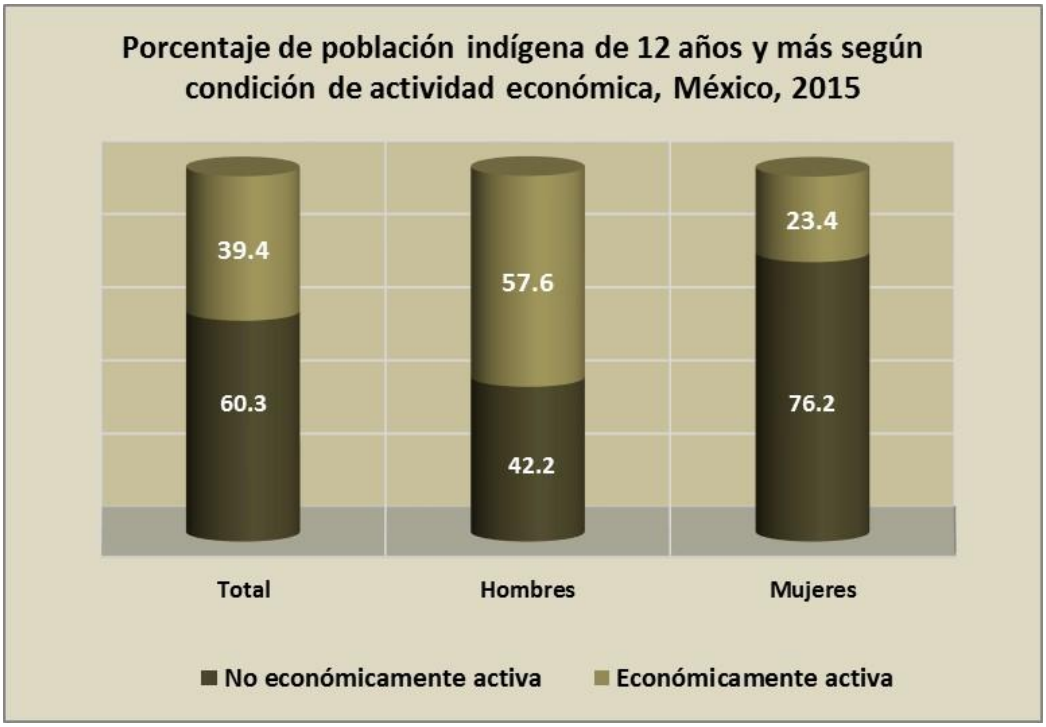
Fuente: Atlas de los Pueblos Indígenas de México, 2015.

Gráfica. 4 Porcentaje de población indígena afiliada al Seguro Popular.



Fuente: Atlas de los Pueblos Indígenas de México, 2015.

Gráfica. 5 Porcentaje de población indígena de 12 años y más según condición de actividad económica.



Fuente: Atlas de los Pueblos Indígenas de México, 2015.

Indicadores sociodemográficos

El presente proyecto recae en el municipio San Antonino Monte Verde. A continuación, la descripción socioeconómica.

San Antonino Monte Verde

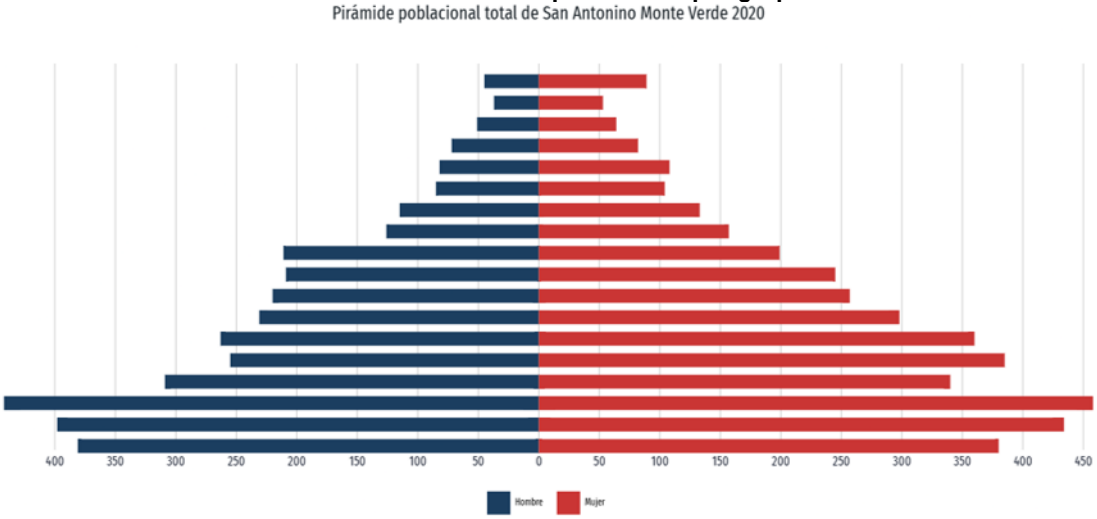
DATOS DEMOGRÁFICOS

De acuerdo con datos del año 2020, el municipio de San Antonino Monte Verde fue de 7,678 habitantes (46% hombres y 54% mujeres). En comparación a 2010, la población en San Antonino Monte Verde creció un 15.5%.

Estructura de población por sexo y edad

La población de San Antonino Monte Verde se distribuye de la siguiente manera:

Gráfica. 6 Distribución poblacional por grupo de edad.



Fuente: INEGI, 2020.

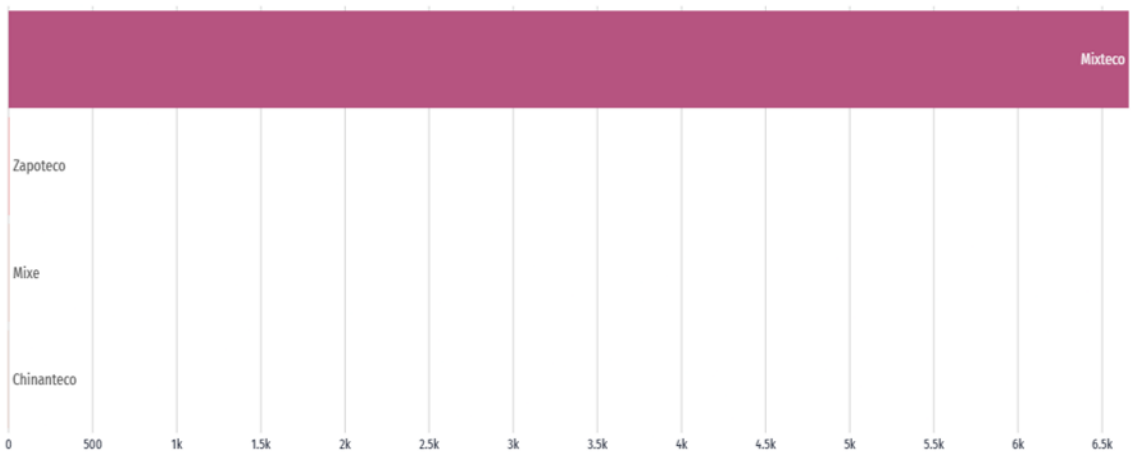
En el año 2020, la población registrada fue de 7,678 habitantes, siendo 54% mujeres y 46% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (900 habitantes), 5 a 9 años (832 habitantes) y 0 a 4 años (761 habitantes). Entre ellos concentraron el 32.5% de la población total.

Lengua indígena

En el municipio de San Antonino Monte Verde se tiene una amplia presencia de población Mixteca siendo esta la lengua que domina ampliamente con 6,659 habitantes, seguido de Zapoteco con 4 habitantes y Mixe con 3 habitantes.

Por otra parte, la población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fueron 6,659 personas, lo que corresponde a 86.8% del total de la población de San Antonino Monte Verde.

Gráfica. 7 Población que habla alguna lengua indígena.



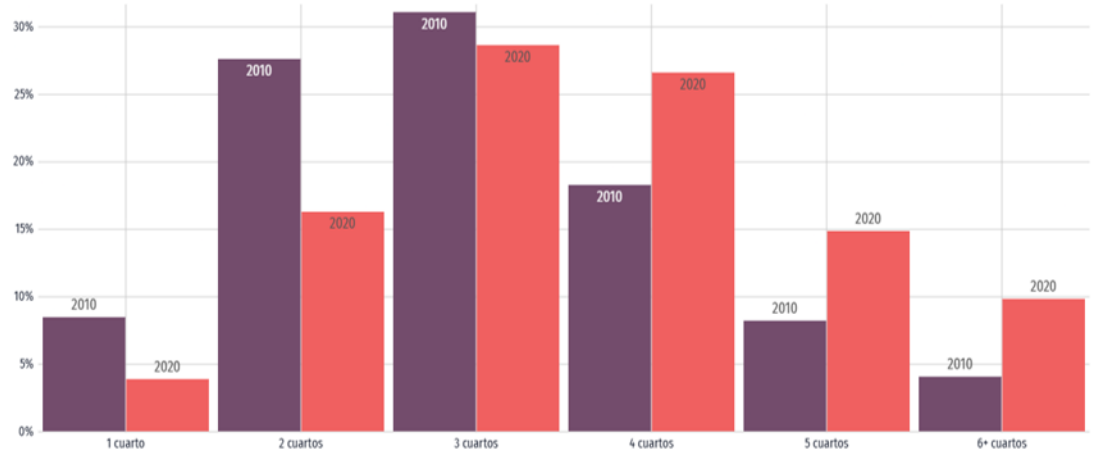
Fuente: INEGI, 2020.

VIVIENDA

El municipio de San Antonino Monte Verde de acuerdo con el censo del año 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 28.6% y 26.6%, respectivamente.

En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 39.8% y 38.6%, respectivamente.

Gráfica. 8 Viviendas particulares habitadas en San Antonino Monte Verde.



Fuente: INEGI, 2020.

CALIDAD DE VIDA

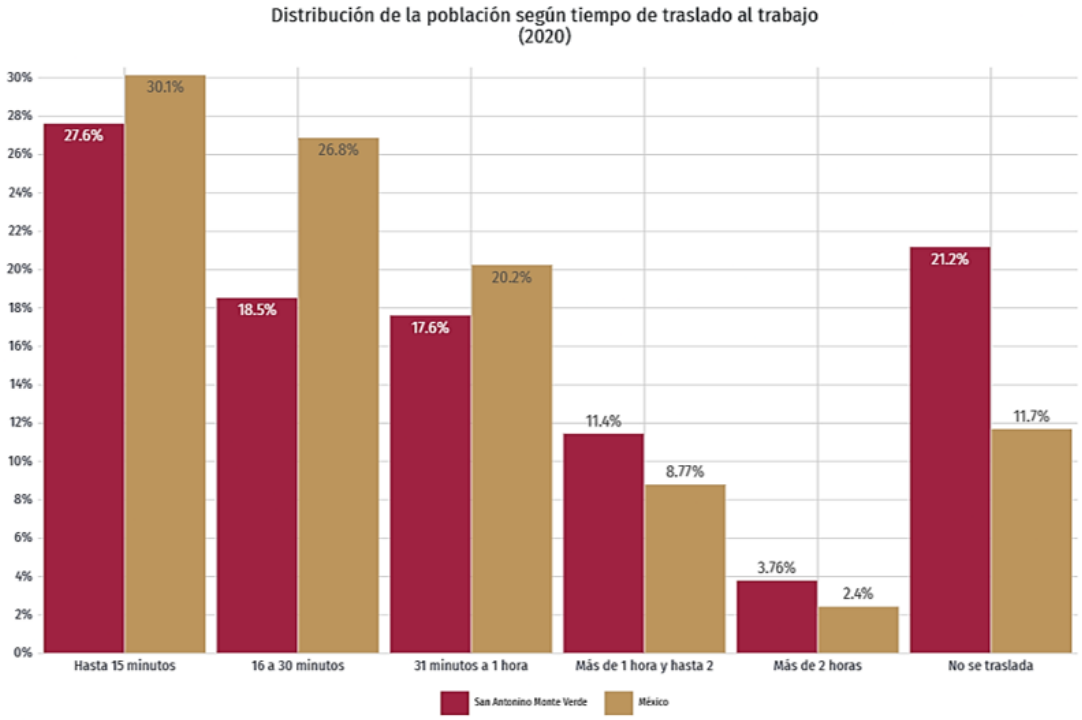
Servicios y conectividad en la vivienda

Según los datos del CENSO 2020 de INEGI el 9.77% de las viviendas disponen de horno, el 49% disponen de una lavadora y el 42% disponen de refrigerador. En cuanto al acceso a tecnologías el 22.8% de las viviendas tienen acceso a internet, el 8.15% disponen de computador y el 51.8% disponen de celular.

Tiempo de traslado

De acuerdo con el censo de 2020, en San Antonino Monte Verde, el tiempo promedio de traslado del hogar al trabajo fue 36.7 minutos, 63.7% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 15.2% tarda más de 1 hora en llegar a su trabajo. Por otro lado, el tiempo promedio de traslado del hogar al lugar de estudios fue 15.6 minutos, 97.9% de la población tarda menos de una hora en el traslado, mientras que 1.92% tarda más de 1 hora.

Gráfica. 9 Tiempo de traslado al trabajo.



Fuente: INEGI, 2020.

Medio de Transporte al trabajo y al colegio

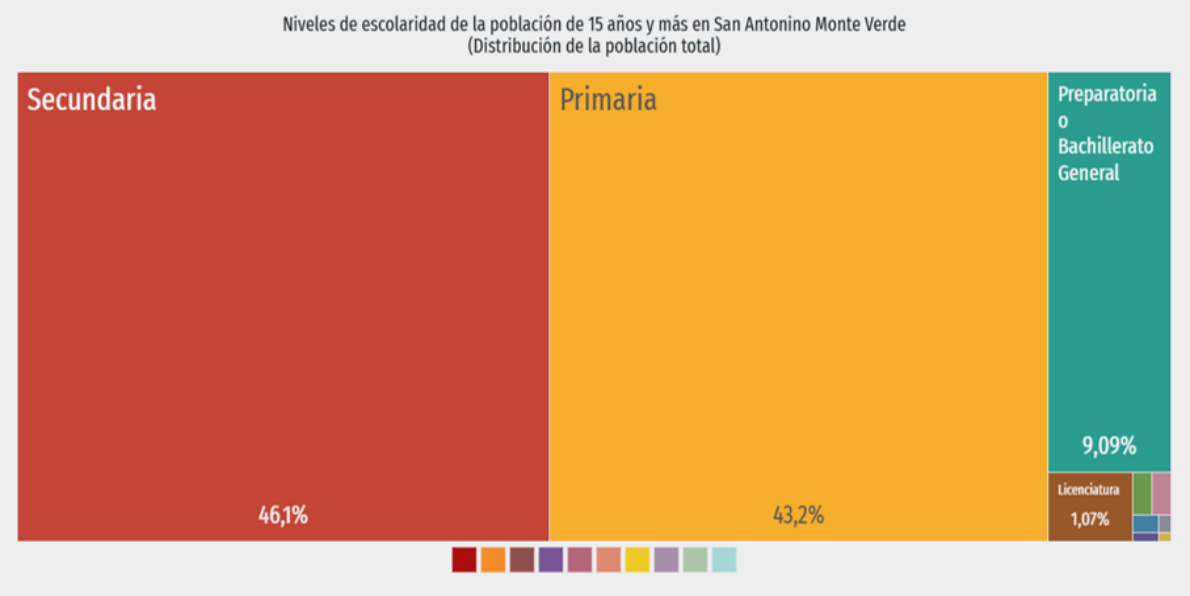
En 2020, en relación con los medios de transporte para ir al lugar de estudios, 97.9% de la población acostumbró camión, taxi, combi o colectivo como principal medio de transporte.

Educación

Niveles de escolaridad

De acuerdo con el CENSO del año 2020, los principales grados académicos de la población de San Antonino Monte Verde fueron Secundaria (2.15k personas o 46.1% del total), Primaria (2.01k personas o 43.2% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (423 personas o 9.09% del total).

Gráfica. 10 Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más.



Fuente: INEGI, 2020.

EMPLEO

Población Económicamente Activa (PEA)

Respecto a la Población Económicamente Activa, en el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en **Oaxaca** fue 56.9%, lo que implicó un aumento de 0.54 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (56.3%).

La tasa de desocupación fue de 1.63% (29.9k personas), lo que implicó una disminución de 0.24 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (1.87%).

SALUD

Opciones y coberturas de salud

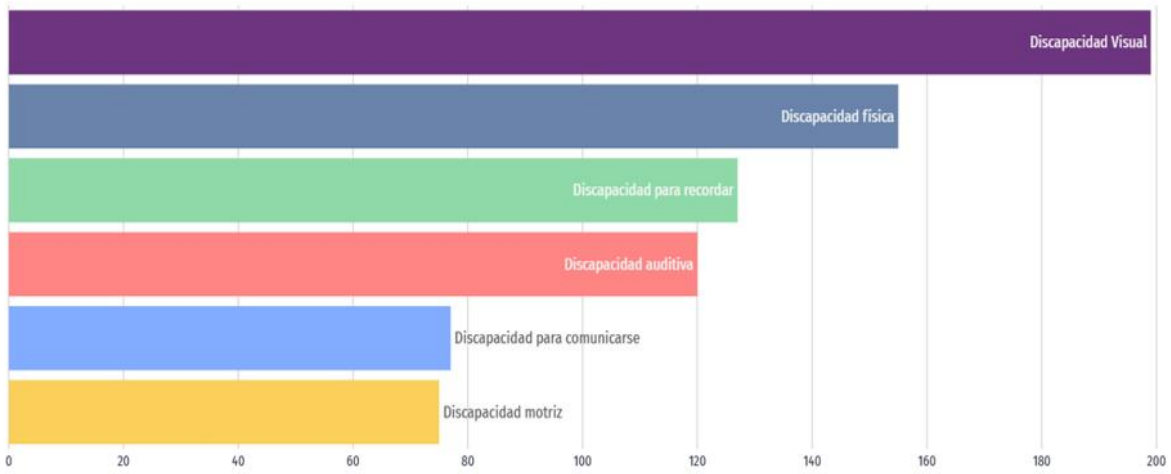
En San Antonino Monte Verde, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron: 4.63k personas usaron Centros de Salud u Hospitales de la SSA (Seguro Popular), 2.31k personas utilizaron algún consultorio, clínica u hospital privado, y por último 287 personas usaron algún consultorio de farmacia.

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (5.93k) y No Especificado (1.35k).

Discapacidad

Las principales discapacidades presentes en la población de San Antonino Monte Verde fueron discapacidad visual (199 personas), discapacidad física (155 personas) y discapacidad para recordar (127 personas).

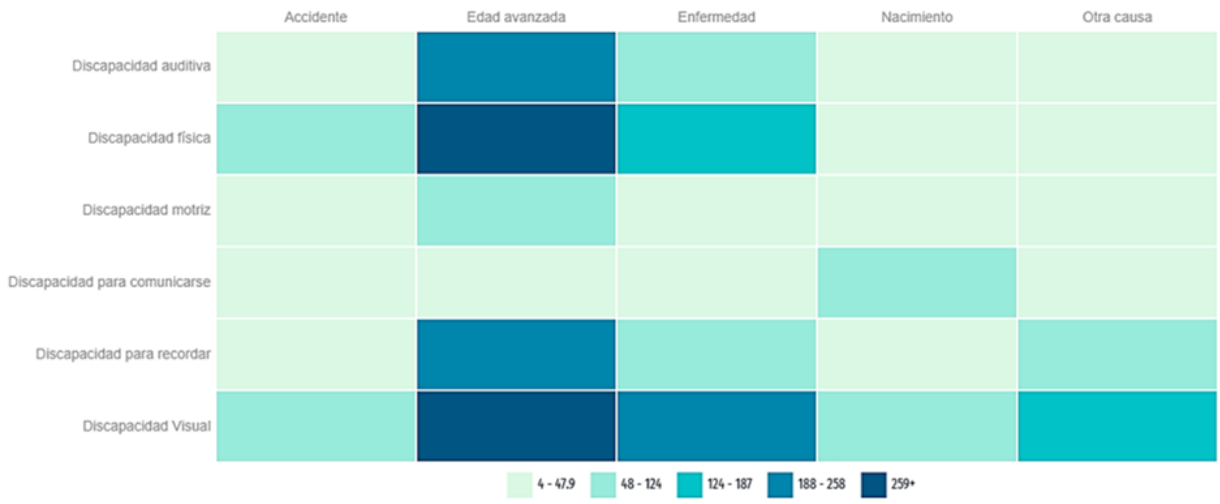
Gráfica. 11 Discapacidades por tipo de actividad cotidiana.



Fuente: INEGI 2020.

Las causas de las discapacidades se muestran a continuación:

Gráfica. 12 Causas u orígenes de las discapacidades presentes en la población.



Fuente: INEGI 2020.

Identificación de los impactos sociales, su caracterización y medidas de mitigación propuestas para su atención

Metodologías para identificar los impactos sociales

La evaluación del impacto social es un proceso de inversión, planificación y manejo del cambio o consecuencias sociales (positivas y negativas, previstas y no previstas) que surgen de las políticas, planes, desarrollos y proyecto. Además, no solo contempla las cuestiones sociales, sino también los impactos ambientales y sus interacciones. Para ello, se requiere una estrecha relación y colaboración, así como partes interesadas y expertos.

La evaluación del impacto social se basó en la metodología de una matriz de impacto, ya que es el enlace entre la gestión ambiental y la gestión técnica, económica y administrativa que requieren los proyectos. Igualmente, es uno de los instrumentos de gestión de los proyectos que aportan elementos para lograr su viabilidad global. La matriz de impacto se presenta con un análisis de las características sociales del proyecto, durante las etapas de este, por lo que será una herramienta de suma importancia para la identificación espacial de los impactos de la carretera.

- Matriz de identificación. En esta matriz se identifican las interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios sociales. Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo. Después de la matriz de cribado y una vez identificadas las interacciones posibles, que representa una afectación al medio natural, se proceden a eliminar los atributos ambientales y actividades de la obra que no presenten interacción.
- Matriz de evaluación. Una vez realizada la identificación de los impactos sociales, se procede a la evaluación de cada impacto, analizando factores relevantes como la naturaleza del impacto, la extensión, duración, reversibilidad, etc., para poder determinar de manera cualitativa y cuantitativa los impactos significativos y poder determinar el plan de acción y mitigarlos.

Estudios previos

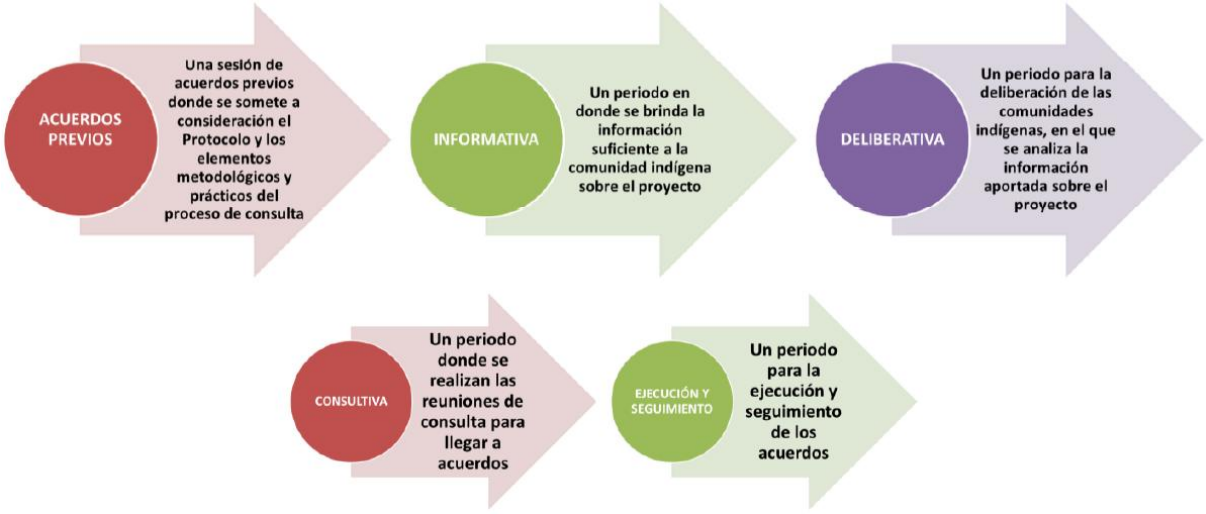
Para el caso del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, los estudios previos son desarrollados por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, para determinar la factibilidad técnica, ambiental y económica del proyecto, así como la manifestación de impacto ambiental del proyecto.

Proceso de socialización y de gestión social con las comunidades vinculadas con el proyecto

La consulta de pueblos indígenas contempla cinco etapas, las cuales son:

- **Fase de Acuerdos Previos.**
- **Fase Informativa.**
- **Fase deliberativa.**
- **Fase consultiva.**
- **Fase de ejecución y seguimiento de acuerdos.**

Imagen 14 Etapas de consulta previa, libre e informada



Fase de acuerdos previos

Se lleva a cabo con las y los representantes del pueblo o comunidad indígena, con el objetivo de someter a consideración la propuesta del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, en el municipio de San Antonino Monte Verde, se deben llegar a acuerdos sobre los elementos metodológicos y prácticos propios del desarrollo del proceso de consulta previa. En la sesión de acuerdos previos, donde se someterá a consideración el presente Protocolo y los elementos metodológicos y prácticos del proceso de consulta, se definirán las modalidades y fechas para las etapas subsecuentes del proceso de consulta, a saber: etapa informativa, etapa de deliberación, etapa de acuerdos y etapa de seguimiento.

Fase Informativa

Tiene como objetivo garantizar que la información referente al proyecto y a las posibles afectaciones sociales, culturales, espirituales, a la salud, al medio ambiente y, en general, a cualquier derecho humano que esté disponible y sea del conocimiento de la comunidad o el pueblo indígena a consultar. De acuerdo con las recomendaciones del Foro Permanente para las Cuestiones Indígenas y a la Guía sobre el Convenio No. 169, la información que se proporcione al pueblo o comunidad indígena responderá al menos a los siguientes aspectos:

- **La descripción sustantiva del proyecto: normas, trámites, aspectos técnicos, financieros, etc.**
- **La naturaleza, envergadura, ritmo, reversibilidad y alcance del proyecto.**
- **La razón o razones o el objeto del proyecto.**
- **La duración del proyecto.**
- **La ubicación de las áreas que se verán afectadas.**

Una evaluación preliminar de los probables impactos económicos, sociales, culturales y ambientales, incluso los posibles riesgos, y una distribución de beneficios justa y equitativa en un contexto que respete el principio de precaución; el personal que probablemente intervenga en la ejecución del proyecto (incluso pueblos indígenas, personal del sector privado, instituciones de investigación, empleados gubernamentales y demás personas); los procedimientos que pueden entrañar el proyecto; y cualquier otra información que soliciten las y los consultados.

Las asambleas y/o reuniones informativas contarán también con la participación de las Autoridades Responsables, del Órgano Técnico, del Órgano Garante, del Comité Técnico, Observadores y Grupo Asesor, así como las y los representantes de la empresa en los momentos que se considere necesaria su participación. En este sentido, es importante mencionar que es derecho de los pueblos y comunidades indígenas solicitar estudios independientes, que ayuden a resolver sus dudas, así como información adicional que requieran los sujetos de consulta, vinculada con el desarrollo del proyecto.

En el marco de la Fase Informativa se podrán llevar a cabo talleres y/o reuniones de información dirigidos a grupos específicos de la comunidad, mujeres y jóvenes, con el propósito de generar un proceso de reflexión con relación al proceso de consulta previa, y a las necesidades percibidas por estos grupos en materia de desarrollo local, a fin de que se genere información que aporte a la construcción de una propuesta de beneficios sociales, económicos, culturales y ambientales asociados al posible desarrollo del proyecto, así como información sobre la percepción de la comunidad con respecto al desarrollo del proyectos en su comunidad. Estos talleres y/o reuniones se realizarán con la participación de las Autoridades Responsables, del Órgano Técnico, del Órgano Garante, y del Comité Técnico, y se determinará en función del tema y atribuciones de las dependencias participando en estos órganos quien fungirá como responsable de su organización y desarrollo.

Periodo de deliberación

Consistirá en un proceso de diálogo interno en la comunidad, en las que las y los representantes y autoridades y las personas que ellos determinen de la comunidad potencialmente afectada perteneciente al pueblo indígena deliberarán sobre la información presentada en la Fase Informativa. Durante este periodo, las y los representantes de la comunidad podrán solicitar a las Autoridades Responsables la información que consideren oportuna y necesaria para profundizar y facilitar el proceso de diálogo al interior de la comunidad. El tiempo de deliberación se acordará entre los sujetos consultados y las Autoridades Responsables, respetando los tiempos y formas tradicionales de tomas de decisiones de la comunidad indígena, respecto de los que consideren necesario para analizar la información y deliberar para su decisión.
Se respetarán la propuesta de tiempos, modos y costumbres de la comunidad indígena, y se dará la debida consideración a la pluralidad de instancias representativas participando en el proceso de consulta previa.

Fase Consultiva

Se pueden utilizar diversas modalidades de consulta previa (talleres, foros, etc.), sin embrago, en congruencia con el principio de procedimientos adecuados, el mecanismo de consulta previa por excelencia es una Asamblea con sede en las propias comunidades. La Fase Consultiva para la consulta previa consistirá en una Asamblea Consultiva en cada lugar donde se llevaron a cabo las reuniones de la Fase Informativa en la que participarán las y los representantes de la comunidad y las personas que el Ayuntamiento determinó durante la Fase Informativa y Deliberativa.

La Asamblea Consultiva contará también con la participación de las Autoridades Responsables, del Órgano Técnico, del Órgano Garante, y del Comité Técnico, Observadores y Grupo Asesor, pudiendo estar también, si así lo consideran las y los representantes del pueblo indígena a consultar, las y los representantes de la empresa.

La Asamblea Consultiva se llevará a cabo en la fecha y lugar que se acuerde entre los sujetos consultados y las Autoridades Responsables. Durante la Fase Consultiva se verificará que las actas que contengan acuerdos

definitorios alcanzados bajo los principios rectores establecidos sean firmadas y selladas por las y los representantes de la comunidad y de las dependencias, instituciones y organizaciones involucradas. Cada una de las partes tendrá una copia de los documentos generados.

Periodo de Ejecución y Seguimiento de Acuerdos

El periodo de ejecución y seguimiento de acuerdos tendría como objetivo verificar que los acuerdos obtenidos en la consulta previa se llevan a cabo en estricto apego a la normatividad aplicable. Para tal fin se crearía un Comité de Seguimiento y Monitoreo cuya integración será definida en el marco de la Asamblea Consultiva, con el objeto de que se garantice un adecuado procedimiento y participación, así como representación. Dicho Comité estaría fundamentalmente conformado por actores locales, con participación activa de las instancias representativas que participaron en el proceso de consulta, atendiendo los principios de inclusión y rendición de cuentas.

Esta etapa de ejecución y seguimiento de acuerdos se presentaría únicamente cuando el resultado de la fase consultiva se alcance en acuerdos u obtenga el consentimiento.

Diagnósticos participativos

Dentro del diagnóstico participativo se incluirá en la Fase de Acuerdos Previos e Informativa, en un primer acercamiento con las localidades involucradas en el proyecto, en este caso la localidad es San Antonino Monte Verde.
Se propone la localidad de San Antonino Monte Verde como la sede principal para las consultas, esto por ser la comunidad con mayor intervención.
Dentro del Diagnóstico Participativo, se dará a conocer de manera clara y precisa la siguiente información del proyecto:

1. Reunión inicial para exponer a las comunidades que intervienen los siguientes datos del proyecto:
    - **a.** Localización de la obra.
    - **b.** Superficies de afectación.
    - **c.** Duración de los trabajos.
    - **d.** Requerimientos por parte de la empresa contratista para poder ejecutar la obra.
    - **e.** Beneficios sociales del proyecto.
    - **f.** La empresa constructora, dará prioridad en la contratación de mano de obra al personal de la comunidad, por lo que deberá expresar las vacantes disponibles para emplear a la gente de la zona.
    - **g.** Realizar una encuesta de manera confidencial, libre y secreta para que la población indígena exprese la voluntad de esta, para la ejecución de la obra.

2. Recorrido por el proyecto: Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca. Una vez concluido con el recorrido se realizará la parte de acuerdos con la comunidad, dicho acuerdo deberá ser firmado por las autoridades municipales, así como las autoridades locales de las comunidades que intervienen y el promovente del proyecto.

Resultados

Dentro de los principales resultados del análisis social que se ha presentado en este documento se muestran los siguientes:

- La Región Ecológica del proyecto cuenta con un 27.27% de comunidades indígenas, siendo una cantidad poco representativa al 40% de su población total que hablen alguna lengua indígena de acuerdo con los datos estadísticos de localidades del INEGI (metodología de comunidad inferida). Por lo que no es necesario realizar una consulta indígena para el proyecto: Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.

Considerando los supuestos anteriores, es importante señalar que la ejecución del proyecto pretende reducir los tiempos de recorrido, mejorar los niveles de servicio con mayor seguridad, con respecto a las rutas actuales de transporte e impulsar el desarrollo económico regional.

Estudios sociales para la integración de la MIA-P

Derivado de la revisión bibliográfica referente a los derechos y características de las comunidades indígenas del presente documento no se consideran estudios sociales adicionales más allá de la consulta indígena, debido al bajo porcentaje de comunidades indígenas localizadas en la RE no aplican estudios sociales adicionales.

Consulta a la población indígena vinculada

Como se mencionó anteriormente, debido al porcentaje poco representativo respecto al 40% de población total que hablen alguna lengua indígena dentro del municipio donde se ubica el proyecto, de acuerdo con los datos estadísticos de localidades del INEGI (metodología de comunidad inferida), el presente proyecto **no** necesita realizar una consulta indígena debido a la taza de población baja en las localidades del proyecto.

Caracterización de los impactos sociales para la zona del proyecto

Para realizar el análisis de los impactos sociales del proyecto **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, se realizará lo siguiente:

- Se describen y analizan el conjunto de actividades y etapas programadas, dentro de la obra, lo cual requiere las particularidades y especificaciones puntales, en tiempo y espacio, así como la valoración de la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales.
- Posteriormente se procede a la elaboración de un listado de actividades de cada etapa del proyecto, el cual se agrupan en las siguientes etapas: Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.
- Una vez obtenido el listado de cotejo de la actividad se procede al análisis de impactos ambientales mediante una lista de chequeo compuesta.

Tabla 20. Lista indicativa de criterios utilizados.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN.
Naturaleza. -	Carácter beneficioso o perjudicial. Signo "+" o "-". Se utiliza el signo "-" para identificar un impacto perjudicial (negativo) y el signo "+", o la ausencia de signo para identificar un impacto benéfico (positivo). Impacto positivo (+) es aquél admitido como tal por el evaluador, en el contexto de un análisis completo de las afectaciones y beneficios generados y de los aspectos externos de la actuación contemplada. Impacto negativo (-) es aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y funcionalidad de una zona determinada.
Intensidad. -	Se refiere al grado de incidencia de la acción o actividad sobre el factor ambiental, en el ámbito específico de actuación. La escala de valores es de 0 y 2, donde 2 expresará destrucción total del factor en el área en que se produce el efecto y el 1 una afectación media y 0 una afectación mínima.
Extensión. -	Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno, donde se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, el impacto tiene un carácter Puntual 0. Si el efecto no tiene una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el valor es 2; considerar situaciones intermedias, como impacto parcial y extenso 1. En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico (como la descarga de aguas residuales y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano, etc.) se le atribuirá un valor y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas de mitigación, se recomienda buscar otra alternativa al proyecto, anulando este impacto.
Momento. -	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato y si es inferior a un año, corto plazo, asignando un valor 0; si el periodo transcurrido va de 1 a 5 años, el momento se considera de mediano plazo con un valor 1 y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, se considera de largo plazo, asignando valor de 2.
Persistencia. -	Es el tiempo de permanencia del efecto desde su aparición y a partir del cual el efecto retornaría a sus condiciones originales por medios naturales, o mediante la acción de medidas de mitigación. Si la permanece durante menos de un año, se considera un efecto fugaz, tiene un valor 0. Si dura entre 1 y 10 años se considera temporal 1 y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera permanente, con valor de 2. La persistencia es independiente de la reversibilidad.
Reversibilidad. -	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción o recomposición del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales una vez que la acción ha dejado de actuar. Si esto sucede a corto plazo, se le asigna un valor de 0. Los intervalos de tiempo comprendidos si es reversible entre 1 y 10 años se le asignan el valor de 1 y si el efecto tarda en regresar a sus condiciones naturales con una duración superior a los 10 años o no regresa a sus condiciones originales, se considera el efecto como irreversible, teniendo un valor de 2.
Recuperabilidad. -	Es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introduciendo medidas correctivas o de mitigación) y por lo tanto siempre tendrá una naturaleza benéfica. Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor 0 según sea de corto o mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, tomando un valor de 1. Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la acción humana) se le asigna un valor 2. En el caso de ser irrecuperable, pero con posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor asignado será 2.

Sinergia. -	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos o impactos singulares o aislados. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el valor es 0. Si presenta un sinergismo moderado se le asigna un valor de 1 y si es altamente sinérgico un valor de 2. En casos de debilitamiento del atributo ambiental, la valoración del efecto tiene valores negativos, incrementando la importancia del impacto.
Acumulación. -	Bajo este criterio se evalúa al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de manera continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como 0, Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a 2, un efecto acumulativo incipiente o que existe una cierta posibilidad de ocurrencia tendrá un valor de 1.
Efecto. -	Se refiere a la relación causa-efecto, o sea, la forma de manifestación del efecto sobre un factor a consecuencia de la acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la acción es una consecuencia directa. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario y tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando como una acción de segundo orden. El término toma un valor de 0 cuando el efecto sea secundario y un valor 2 cuando sea directo.
Periodicidad. -	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto ya sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor 2, a los periódicos 1 y a los impactos de aparición irregular o intermitente y que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia como discontinuos, se les asigna un valor de 0.
Importancia del impacto. -	El valor de la importancia del impacto (I) se obtiene a partir de la relación aritmética de los diferentes atributos considerados anteriormente y con la siguiente expresión matemática:
I = + / - (IN+EX+MO+PE+RV+MC+SI+AC+EF+PR)	

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Programa de seguimiento y monitoreo socioeconómico

Para poder realizar un programa de seguimiento y monitoreo socioeconómico es importante realizar durante la fase del trabajo de gabinete una base de datos que deberán llenar con ayuda de la población con los valores socioeconómicos relevantes de cada una de las localidades afectadas por el desarrollo del proyecto y posteriormente volver a levantar los datos en las diferentes fases del proyecto y de esta manera determinar el monitoreo y crecimiento socioeconómico.

Medidas de mitigación propuestas para los impactos sociales previamente identificados

A continuación, se presentan las principales medidas de mitigación del proyecto:

Actividades productivas

- **Promover la contratación de mano de obra de la región.**
- **Delimitar la afectación a las zonas autorizadas.**
- **Señalamiento visible de los frentes de trabajo.**
- **Bandereros las 24 horas.**

Crecimiento demográfico

La contratación de mano de obra de la región impedirá que personas de otras localidades puedan inmigrar a la zona del proyecto.

Con la implementación del programa de empleo temporal durante la etapa de mantenimiento se promoverá la contratación de mano de obra de la región, evitando que las personas emigren buscando nuevas fuentes de empleos.

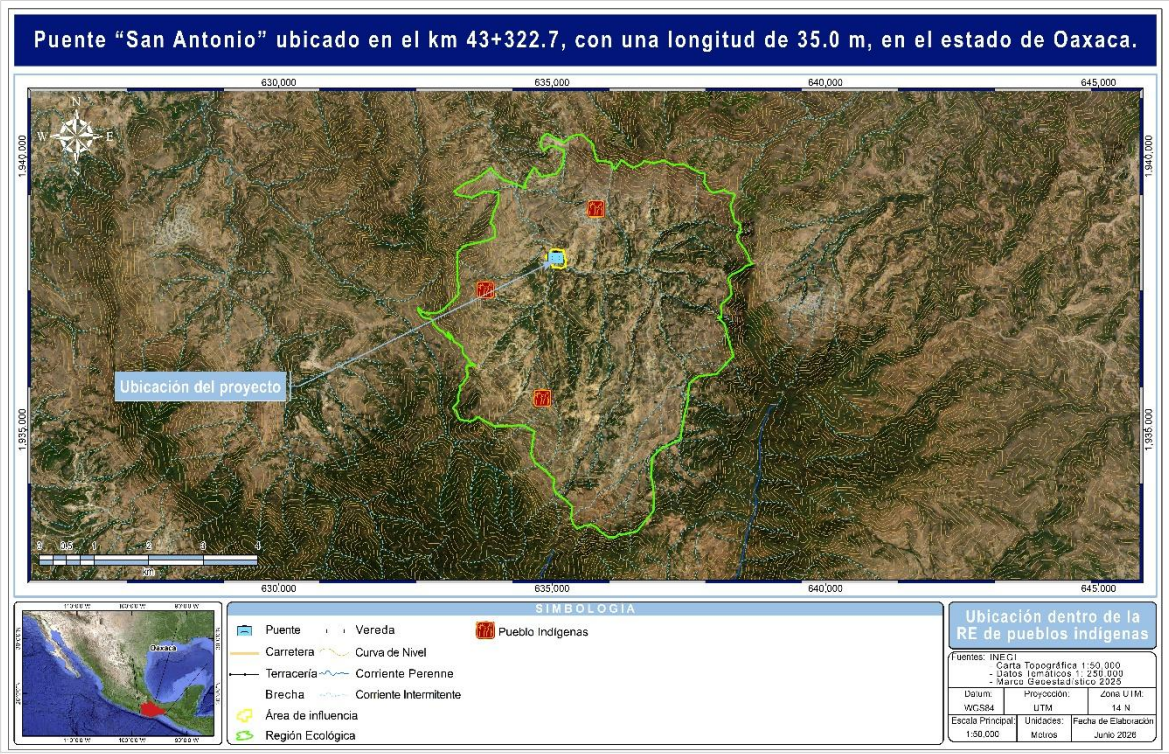
Uso y Costumbres

- **Se deberán realizar pláticas con los trabajadores, que no sean de la comunidad indígena, para concientizarlos sobre los usos y costumbres de la región.**
- **El personal que labore deberá acatar las indicaciones de las autoridades comunales.**
- **Se deberá trabajar con respeto y sin discriminación para la localidad indígena.**
- **Contratar un traductor en caso de ser necesario, para establecer canales de comunicación adecuada con la comunidad.**
- **Fomentar siempre un ambiente de sana convivencia entre todos los contratistas que laboren en el proyecto.**
- **La empresa contratista deberá respetar las festividades en caso de que apliquen durante el proceso constructivo.**

Planes de gestión social

Plan de Desarrollo

Imagen 15 Ubicación de Pueblos Indígenas dentro de la RE.



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V., 2026.

Dentro de la RE del proyecto se cuenta con un 27.27% de comunidades indígenas, siendo una cantidad poco representativa al 40% de su población total que hablen alguna lengua indígena de acuerdo con los datos estadísticos de localidades del INEGI (metodología de comunidad inferida), además, la economía de la región se basa principalmente en la agricultura, y con las adecuadas vías de comunicación se puede optimizar. Este proyecto ayudará a mejorar las condiciones económicas de las poblaciones cercanas a este y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte, así mismo será un importante apoyo para el desarrollo de las localidades y beneficiará de manera secundaria a las poblaciones más alejadas de esta zona.

Plan de Inversión Social

NO se estiman gastos ya que el porcentaje de comunidades indígenas contemplado en la RE del proyecto es poco representativo.

Plan de implementación de medidas de prevención y mitigación

Es importante entender que el proyecto **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, se trata de una obra integral que se basa en el desarrollo de un proyecto ambiental y socialmente sostenible, por lo que las medidas de prevención y mitigación, se desarrollarán en dos grandes rubros, las ambientales y las sociales, para el caso de las medidas de mitigación social, como se muestra en los listados anteriores, son encaminadas al trato con respeto a las comunidades indígenas (si las

hubiere), la contratación de obra local, y el conocer los usos y costumbres propios de la región, por lo que dichas medidas se implementarán a lo largo de la vida útil del proyecto.

Plan de comunicación con las comunidades

De acuerdo con el Convenio 169, se garantizará un intérprete-traductor si hubiere alguna comunidad indígena, con el fin de garantizar el acceso amplio y oportuno a la información bajo el principio de buena fe y de procedimientos apropiados. El sujeto consultado definirá la o las personas que desempeñarán este trabajo. De no ser posible la elección de una persona por parte de los sujetos de consulta previa, la Autoridad Responsable y el Órgano Técnico realizarán las gestiones necesarias para garantizar la presencia de un intérprete-traductor en todas las fases del proceso de consulta previa.

El intérprete será el encargado de realizar el enlace entre las comunidades indígenas y el promovente del proyecto, el plan de comunicación considera todas las fases de la consulta indígena, ya que en todo momento debe existir un canal abierto para conocer las inquietudes y requerimientos de la comunidad indígena.

Plan de seguridad social y vinculación

Dentro de la derrama económica y la generación de empleo en el proyecto, existen dos participantes importantes, que es la mano de obra que se contrata de manera directa y toda la economía alterna que se origina por el flujo de trabajadores y necesidades básicas que deben cubrir. Para el caso de personal contratado por la empresa constructora, los mismos contarán con seguro social a lo largo de la ejecución del proyecto.

Plan de Monitoreo

El Programa de Seguimiento y Monitoreo tiene como objetivo establecer un lineamiento para la evaluación y seguimiento de los impactos sociales y ambientales relacionados a este proyecto. Además, se pretende medir la efectividad de los planes o medidas de prevención y mitigación implementadas para el control de los impactos sociales.

Sus metas son totalmente sobre la verificación de los programas sociales y ambientales, además de cumplir con todas las actividades o reuniones programadas, socializaciones y espacios de información o participación de los actores identificados.

Plan de abandono y desmantelamiento

El proyecto se trata de una vía de comunicación, con una vida útil de 30 años, aunque se considera que, con el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo, dicha vida útil se extienda indeterminadamente, es por lo antes expuesto que la etapa de abandono y desmantelamiento no se considera en el proyecto.

Programa de actividades a realizar (Diagrama de Gantt)

Primera etapa (trabajo de gabinete)

Identificación de actores

De la Autoridad Responsable

La autoridad responsable de la consulta indígena es la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes cuyo interés en la realización de esta es obtener el consentimiento de las comunidades indígenas para la implementación de un puente.

Del Órgano Técnico

El Órgano Técnico (es la instancia, o instancias gubernamentales, que tiene a su cargo la atención de los asuntos atinentes a los pueblos y comunidades indígenas, que brindará la asistencia técnica y metodológica para la implementación de la consulta previa) (CDI, 2013), será la "Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas".

Del Comité Técnico Asesor

H. Ayuntamiento Constitucional del municipio de San Antonino Monte Verde.
Secretaría General de Gobierno del Estado de Oaxaca.
Secretaría de Asuntos Indígenas del Gobierno del Estado de Oaxaca.
Comisión para el Diálogo con los Pueblos Indígenas de México.
Autoridades de la comunidad de San Antonino Monte Verde.

Del Órgano Garante

El Órgano Garante es aquel que acompañará el proceso como veedor de este CDI,2013. En el proceso de consulta previa de que es objeto el presente Protocolo, el Órgano Garante está conformado por la Subsecretaría de Derechos Humanos de la Secretaría de Gobernación, en tanto le corresponde coordinar, orientar y dar seguimiento a los trabajos y tareas de protección y defensa de los derechos humanos que lleven a cabo las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal.

DEL OBJETIVO O FINALIDAD PARA LA CUAL SE LLEVA A CABO LA CONSULTA PREVIA

- **Generar un documento con estrategias de consulta ciudadana que permita conocer a detalle las acciones que se realizarán con la implementación del proyecto, los impactos ambientales, económicos y sociales del mismo y las medidas de mitigación.**
- **Permitir la libre apropiación de conocimiento de las comunidades indígenas y conocer la opinión de estas, respecto al proyecto y en caso de ser favorable recibir su aprobación para el mismo.**

Segunda etapa (trabajo social con las localidades indígenas)

Fase de Acuerdos Previos

Se lleva a cabo con las y los representantes de los pueblos o comunidades indígenas, con el objetivo de someter a consideración la propuesta de Protocolo y llegar acuerdos sobre los elementos metodológicos y prácticos propios del desarrollo del proceso de consulta previa. En la sesión de acuerdos previos, donde se someterá a consideración el presente Protocolo y los elementos metodológicos y prácticos del proceso de consulta, se definirán las modalidades y fechas para las etapas subsecuentes del proceso de consulta, a saber: etapa informativa, etapa de deliberación, etapa de acuerdos y etapa de seguimiento.

Fase Informativa

Tiene como objetivo garantizar que la información referente al proyecto y a las posibles afectaciones sociales, culturales, espirituales, a la salud, al medio ambiente y, en general, a cualquier derecho humano esté disponible y sea del conocimiento de la comunidad o el pueblo indígena a consultar. De acuerdo con las recomendaciones del Foro Permanente para las Cuestiones Indígenas y a la Guía sobre el Convenio No. 169, la información que se proporcione al pueblo o comunidad indígena responderá al menos a los siguientes aspectos:

- **La descripción sustantiva del proyecto: normas, trámites, aspectos técnicos, financieros, etc.;**
- **La naturaleza, envergadura, ritmo, reversibilidad y alcance del proyecto;**
- **La razón o las razones o el objeto del proyecto;**
- **La duración del proyecto;**
- **La ubicación de las áreas que se verán afectadas;**
- **Una evaluación preliminar de los probables impactos económicos, sociales, culturales y ambientales, incluso los posibles riesgos, y una distribución de beneficios justa y equitativa en un contexto que respete el principio de precaución;**
- **El personal que probablemente intervenga en la ejecución del proyecto (incluso pueblos indígenas, personal del sector privado, instituciones de investigación, empleados gubernamentales y demás personas);**
- **Los procedimientos que pueden entrañar el proyecto; y**
- **Cualquier otra información que soliciten las y los consultados.**

La Fase Informativa para la consulta previa consistirá en una o varias asambleas y/o reuniones informativas en las que participarán las personas representativas de la población involucrada y aquellos que los ayuntamientos municipales determinen como importante participar.

Las asambleas y/o reuniones informativas contarán también con la participación de las Autoridades Responsables, del Órgano Técnico, del Órgano Garante, del Comité Técnico, así como las y los representantes de la SICT en los momentos que se considere necesaria su participación. En este sentido, es importante mencionar que es derecho de los pueblos y comunidades indígenas solicitar estudios independientes, que ayuden a resolver sus dudas.

En el marco de la Fase Informativa se podrán llevar a cabo talleres y/o reuniones de información dirigidos a grupos específicos de la comunidad, mujeres y jóvenes, con el propósito de generar un proceso de reflexión con relación al proceso de consulta previa, y a las necesidades percibidas por estos grupos en materia de desarrollo local, a fin de que se genere información que aporte a la construcción de una propuesta de beneficios sociales, económicos, culturales y ambientales asociados al posible desarrollo del proyecto, así como información sobre la percepción de la comunidad con respecto al desarrollo del mismo.

Estos talleres y/o reuniones se realizarán con la participación de las Autoridades Responsables, del Órgano Técnico, del Órgano Garante, y del Comité Técnico, y se determinará en función del tema y atribuciones de las dependencias participando en estos órganos quién fungirá como responsable de su organización y desarrollo. En la Fase Informativa se podrá buscar un mecanismo para que de forma permanente la información sobre el proyecto se encuentre disponible para todas las personas que la requieran.

Periodo de deliberación

Consistirá en un proceso de diálogo interno en la comunidad, en la que las y los representantes y autoridades y las personas que ellos determinen de la comunidad potencialmente más afectada perteneciente al pueblo indígena Mixteco deliberarán sobre la información presentada en la Fase Informativa. Durante este periodo, las y los representantes de la comunidad podrán solicitar a las Autoridades Responsables la información que consideren oportuna y necesaria para profundizar y facilitar el proceso de diálogo al interior de la comunidad. El tiempo de deliberación se acordará entre los sujetos consultados y las autoridades responsables, respetando los tiempos y formas tradicionales de toma de decisiones de los pueblos indígenas.

Fase Consultiva

Se pueden utilizar diversas modalidades de consulta previa (talleres, foros, etc.), sin embargo, en congruencia con el principio de procedimientos adecuados, el mecanismo de consulta previa por excelencia es una Asamblea con sede en las propias comunidades. La Fase Consultiva para la consulta previa consistirá en una Asamblea Consultiva en cada lugar donde se llevaron a cabo las reuniones de la Fase Informativa en la que participarán las y los representantes de la comunidad y las personas que los Ayuntamientos determinaron durante la fase informativa y deliberativa.

La Asamblea Consultiva contará también con la participación de las Autoridades Responsables, del Órgano Técnico, del Órgano Garante, y del Comité Técnico, Observadores y Grupo Asesor, pudiendo estar también, si así lo consideran las y los representantes del pueblo indígena a consultar, las y los representantes de la SICT. La Asamblea Consultiva se llevará a cabo en la fecha y lugar que se acuerde entre los sujetos consultados y las autoridades responsables durante la fase de acuerdos previos. Durante la Fase Consultiva se verificará que las actas que contengan acuerdos definitorios alcanzados bajo los principios rectores establecidos sean firmadas y selladas por las y los representantes de la comunidad y de las dependencias, instituciones y organizaciones involucradas. Cada una de las partes tendrá una copia de los documentos generados.

Tercera etapa (programa de seguimiento y monitoreo socioeconómico)

Periodo de Ejecución y Seguimiento de Acuerdos

El periodo de ejecución y seguimiento de acuerdos tiene como objetivo verificar que los acuerdos obtenidos en la consulta previa se lleven a cabo en estricto apego a la normatividad aplicable. Para tal fin se creará un Comité de Seguimiento y Monitoreo cuya integración será definida en el marco de la Asamblea Consultiva, con el objeto de que se garantice un adecuado procedimiento y participación, así como representación. Dicho Comité estará fundamentalmente conformado por actores locales.

Conclusiones

El proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, se encuentra en el municipio de San Antonino Monte Verde; de acuerdo con la información de la consulta del atlas nacional de pueblos indígenas, el presente proyecto dentro de su RE cuenta con un 27.27% de comunidades indígenas, siendo una cantidad poco representativa al 40% de su población total que hablen alguna lengua indígena de acuerdo con los datos estadísticos de localidades del INEGI (metodología de comunidad inferida). Por lo que **NO** es necesario realizar una consulta indígena.

Analizada la información socioeconómica de las localidades involucradas, se puede apreciar que tienen cierto grado de vulnerabilidad y marginación, su principal fuente de ingreso es la agricultura, por lo que la implementación del proyecto, el cual es de índole social, podría ser un detonante para la economía de la región, ya que las vías de comunicación son un pilar fundamental, para sinergizar con las actividades primarias y secundarias de una región determinada y permitirán generar un crecimiento económico, al tener mejores índices de movilidad, reducir los tiempos de recorridos, mejorar la conectividad entre las localidades y abaratar costos de operación.

Finalmente, con el presente documento se exhiben las herramientas básicas para un adecuado Protocolo para la Implementación del Estudio de Impacto Social y Consulta a Pueblos Indígenas de conformidad con estándares del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. Para garantizar una incorporación socialmente amigable del proyecto, beneficiando de manera económica a la región, pero teniendo en cuenta siempre un ambiente de sana convivencia y respeto a los usos y costumbres de las comunidades involucradas, garantizando el consentimiento libre e informado para la ejecución del proyecto.

Bibliografía

- ATLAS DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS. Algunos Derechos Reservados 2020. Consultado en: http://atlas.inpi.gob.mx/
- INSTITUTO NACIONAL DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS. 2021. Consultado en: https://www.gob.mx/inpi
- COMPENDIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPAL. 2010. SAN ANTONINO MONTE VERDE, OAXACA. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20105.pdf

ÍNDICE GENERAL

ANTECEDENTES *3*

Capítulo I. Introducción *3*

I.1 Objetivos y Alcances **5**
Objetivo General 5
Objetivos particulares 5

1.2 Alcance **5**

CAPÍTULO II DESCRICPCIÓN DEL PROYECTO *6*
Características del proyecto 6

Ubicación física **6**

Características constructivas **8**

Programa de trabajo de la obra **9**

Caracterización de la Región Ecológica **12**
Caracterización de los factores abióticos 12

CAPÍTULO III ANÁLISIS Y CATEGORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS *14*
Manejo ambiental y Medidas Generales 14

Impactos acumulativos, residuales y sinérgicos. **14**

SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO. **14**

Medidas de mitigación de afectaciones relevantes o significativas propuestas en la MIA-P. **15**

Acciones e indicadores para la ejecución y monitoreo ambiental **23**

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE COSTOS DE LA MITIGACIÓN AMBIENTAL *27*

Valoración económica **27**
Metodologías para la valoración económica ambiental 27
Aplicación del método de Gasto en Mitigación (GM) 29
Catálogo de conceptos y Memoria de cálculo de precios unitarios del Programa Rescate y Reubicación de Flora 30
Catálogo de conceptos y Memoria de cálculo de precios unitarios del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna. 32
Catálogo de conceptos y Memoria de cálculo de precios unitarios del Programa de Restauración Forestal, de Suelos y Cuerpos Hídricos 33
Catálogo de conceptos y Memoria de cálculo de precios unitarios del Programa de Vigilancia Ambiental 35

Costo general de la implementación de todos los programas. **36**

CAPÍTULO V FIANZA AMBIENTAL *37*

Alternativas de Instrumentos de Garantía **37**
Diferencias entre Seguros y Fianzas 37
Marco legal de los seguros y fianzas en la evaluación de impacto ambiental. 37
Tipos de instrumentos financieros de garantía 38

Estimación del monto del instrumento de garantía **39**
Criterios adicionales y monto de garantía 39

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES *41*

Bibliografía **42**

TABLAS

Tabla. 1 Coordenadas de los cadenamientos principales del eje del proyecto. 8
Tabla. 2 Especificaciones del proyecto 8
Tabla. 3 Diagrama de Gantt del cronograma de obra (Programa de trabajo) 10
Tabla. 4 Características de la RE 12
Tabla. 5 Medidas de Mitigación para los impactos generados por las actividades del Proyecto. 15
Tabla. 6 Resumen de acciones e indicadores para el monitoreo ambiental 23
Tabla. 7 Desglose total de gastos. para la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora 30
Tabla. 8 Desglose total de gastos para la implementación del programa de rescate y reubicación de fauna. 32
Tabla. 10 Desglose total de gastos para la implementación del programa de restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos 33
Tabla. 11 Costos estimados para la ejecución del PVA 35
Tabla. 12 Desglose de los costos totales por programa 36
Tabla. 13 Tipos de fianza y descripción 39
Tabla. 14 Propuesta de instrumento de garantía 40
Tabla. 15 Estimación anual del valor de la fianza ambiental 40

IMAGENES

Imagen. 1 Alcance del Estudio Técnico Económico 5
Imagen. 2 Localización del Proyecto a nivel regional 7
Imagen. 3 Topografía del proyecto 7
Imagen. 4 Ejemplo de la sección transversal de la estructura. 9
Imagen. 5 Programas que conforman el Programa de Vigilancia Ambiental 29

ANTECEDENTES

Capítulo I. Introducción

Actualmente como parte de los requisitos y opciones en las autorizaciones ambientales a proyectos de inversión y operación de empresas, ligados a los resultados de las evaluaciones de las manifestaciones de Impacto Ambiental en México, se han integrado los seguros y las fianzas, sin embargo aún no se tiene un panorama completo del papel que podrían cumplir ante los tipos de daños ambientales experimentados y el costo de compensación y mitigación de los mismos; además de que en ocasiones, se actúa con negligencia debido a que es pequeña la posibilidad de reparación o indemnización de los daños ocasionados

Los seguros y fianzas ambientales vienen a cumplir un papel fundamental como instrumento de control ambiental. Son útiles para disminuir los riesgos de daño al medio ambiente y para obtener compensaciones adecuadas en el caso de afectaciones consumadas. (Vázquez, 2003).

Los seguros son un importante mecanismo de indemnización en los casos de daños por accidentes, asegurando que los costos de la restauración se encuentren cubiertos por un instrumento de garantía. Para la concesión de un seguro las aseguradoras realizan una evaluación del riesgo a los fines de evaluar el costo de la prima y las posibles sumas a indemnizarse, consecuentemente, esto lo vincula a la calidad de la gestión de riesgos de la empresa lo que tendrá un efecto disuasorio y fomentará una prevención de accidentes más adecuada y otros tipos de controles ambientales de la actividad económica.

En este contexto el seguro ambiental pasaría a tener dos efectos, uno de garantía para el supuesto de accidentes y otro de prevención, por el análisis previo que debería realizar la aseguradora al evaluar el riesgo. Actualmente, la tendencia es obligar a algunos tipos de industrias y actividades a asegurar su responsabilidad por causa de contaminación por medio de algún mecanismo financiero o garantías económicas.

La fianza es una opción cuando hay incertidumbre respecto de los posibles riesgos ambientales. La idea es que el potencial generador de daño ambiental deposite una cantidad de dinero que, en caso de no comprobarse daños, se les retornaría junto con los intereses generados. El monto de la fianza es igual al valor presente de los daños anticipados.

Con base en lo anterior y con el propósito de garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación correctivas o preventivas, propuestas tanto en la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular del proyecto**: Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca,** como en los programas ambientales, se presenta el siguiente: Estudio Técnico Económico para la determinación de Garantías del mencionado proyecto.

Definiciones

Conservación. Es un término que se emplea para denominar todas las actividades que ayuden a mantener la calidad y cantidad de los recursos naturales (Gutiérrez et al., 1993).

Ejecución realización de una acción, especialmente en cumplimiento de un proyecto,

Evaluación reúne los datos de la vigilancia y las conclusiones de nuevos estudios para medir la eficacia o eficacia probable (en la evaluación formativa) de una campaña y sus distintos elementos.

Manejo. Se refiere a los métodos y técnicas que permitan manipular a los individuos de plantas que tengan que ser rescatados, conservados o protegidos.

Monitoreo es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en post de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de gestión. El monitoreo generalmente se dirige a los procesos en lo que respecta a cómo, cuándo y dónde tienen lugar las actividades, quién las ejecuta y a cuántas personas o entidades beneficia.

Protección se refiere a preservar los hábitats naturales y ecosistemas frágiles de alteración, además de aprovechar de manera racional y sostenidamente los recursos naturales; salvaguardando la diversidad genética de las especies, particularmente las endémicas, amenazadas y en peligro de extinción (SEMARNAT, 2002);

Rescate. Se deberá entender como la acción de liberar a un organismo de alguna amenaza y devolverlo al lugar de donde fue extraído o algún sitio que presente condiciones similares.

Seguimiento es el proceso que comprende la recolección y el análisis de datos para comprobar que el programa cumple los objetivos que se proponen y lo que es más importante que responde a las necesidades de todas las partes involucradas. Es, pues, una parte esencial de la administración de un programa.

Vigilancia es el proceso de hacer el seguimiento de la ejecución de un plan o programa, del progreso hacia los objetivos y las metas, y de los factores externos que los condicionan, como nuevos riesgos u oportunidades. La vigilancia es un proceso permanente paralelo a todas las actividades preestablecidas en el plan o programa.

I.1 Objetivos y Alcances

Objetivo General

- Establecer las garantías financieras para el proyecto, mediante la estimación de montos y la aplicación de instrumentos económicos.

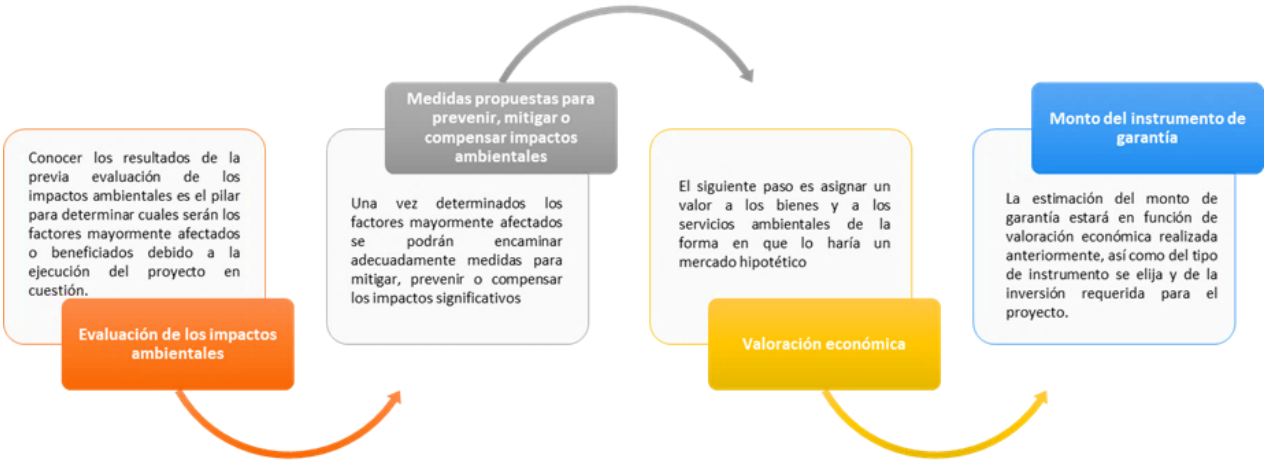
Objetivos particulares

- Identificar los procedimientos y medidas de mitigación incluidos en la MIA-P del proyecto y programas específicos.
- Recopilar los costos para realización de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental.
- Determinar el instrumento financiero a utilizar como garantía
- Establecer el monto total de la garantía financiera para el proyecto.

1.2 Alcance

El Estudio Técnico Económico para la Determinación de Garantías propuesto pretende garantizar, a través de la adquisición de un instrumento económico, que el proyecto Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular para el proyecto**: Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca,** asuma en todo momento la responsabilidad de aplicar eficientemente las medidas de mitigación y compensación ambiental propuestas en la MIA-P, así como las condicionantes ambientales que pudieran resultar de los requerimientos emitidos por la autoridad competente, mismas que desembocarán en la elaboración e implementación del Programa de Vigilancia Ambiental, que se encuentra compuesto por una serie de acciones específicas esquematizado en la siguiente figura.

Imagen. 1 Alcance del Estudio Técnico Económico



Fuente: SECIRA, 2026

CAPÍTULO II DESCRICPCIÓN DEL PROYECTO

Características del proyecto

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del centro SICT Oaxaca tiene contemplada la ejecución del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**. Consistirá en una superestructura formada de 1 claro de 34.38 m, más dos accesos, el acceso 1 de 40 m y el acceso 2 de igual manera de 40 m, para una longitud total del proyecto de 115 m. La estructura proyectada busca librar la corriente del "Río San Antonio".

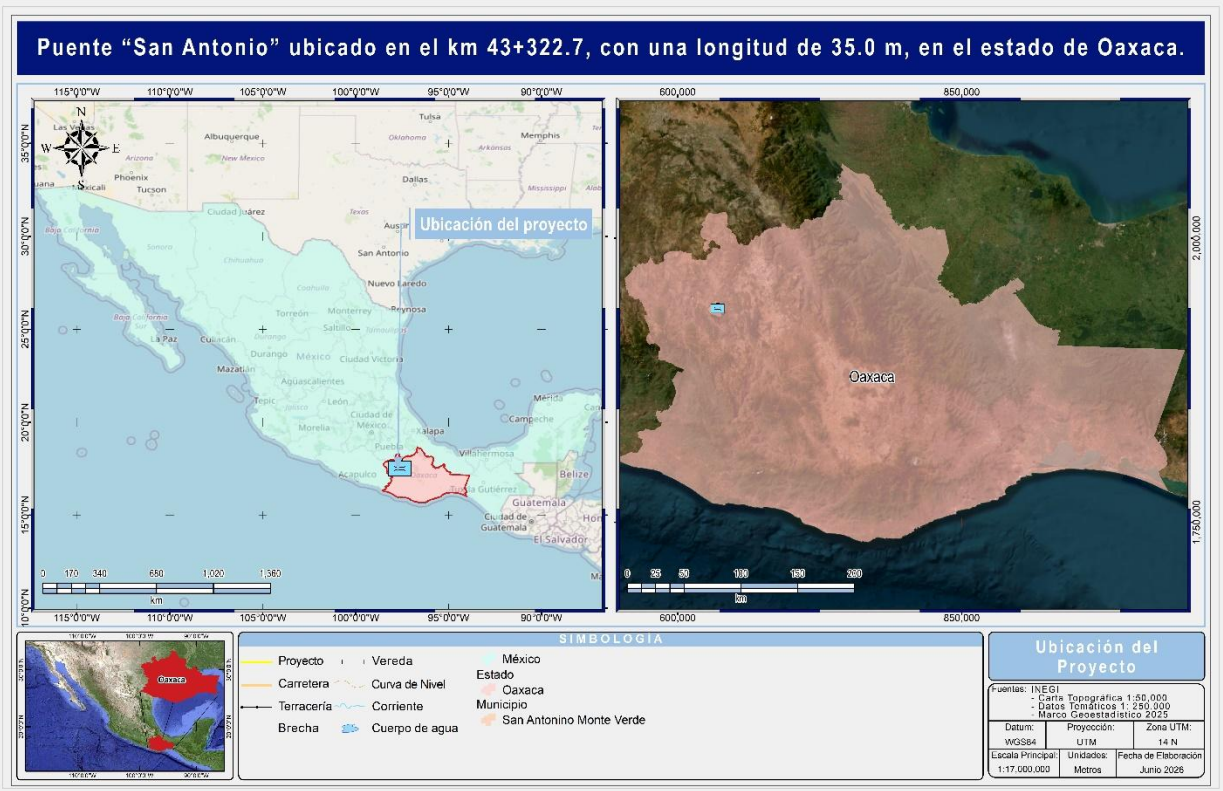
Ubicación física

El Estado de Oaxaca se localiza en la porción sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 18° 39' y 15° 39' de latitud norte, y entre los 93° 52' y 98° 32' de longitud oeste. Tiene una superficie de 93, 343 km^2, que representa 4.8% de la superficie total del país y lo ubica como el quinto estado más grande del territorio nacional. Limita al norte con los estados de Puebla y Veracruz-Llave, al este con el estado de Chiapas, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con el estado de Guerrero. Su división municipal es de 570 municipios, agrupados en 30 distritos y estos a su vez en 8 regiones.

- El municipio donde se ubica el proyecto es San Antonino Monte Verde perteneciente al distrito IX de San Pedro y San Pablo Teposcolula, que a su vez pertenece a la región de la mixteca alta, en el estado de Oaxaca; colinda al norte y noroeste con el municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, al noreste con el municipio de Chilapa de Díaz, al este con el municipio de San Sebastián Nicananduta, al sureste con el municipio de San Pedro Mártir Yucuxaco, al sur y suroeste con el municipio de San Juan Ñumi.

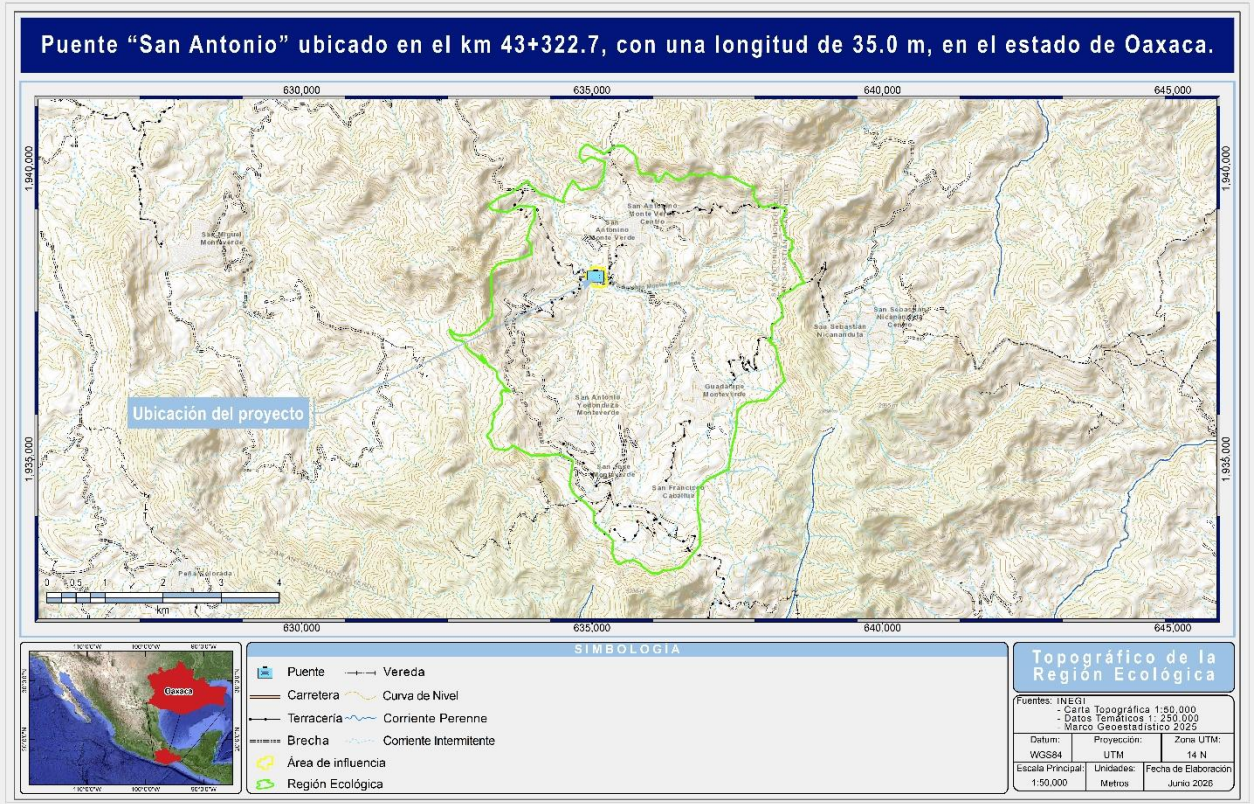
En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto respecto a los distintos órdenes de gobierno.

Imagen. 2 Localización del Proyecto a nivel regional



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 3 Topografía del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El proyecto consiste en la construcción de un puente para librar las aguas del "Río San Antonio", la estructura tiene una longitud de 35 metros, adicionalmente se consideran accesos por cada lado del proyecto, el acceso 1 tiene una longitud de 40 metros, y el acceso 2 de igualmente 40 metros, la longitud total del proyecto es de 115 metros, a continuación, se presentan los principales cadenamientos de los elementos que integran el proyecto.

Tabla. 1 Coordenadas de los cadenamientos principales del eje del proyecto.

Cadenamiento	UTM Zona 14N		Geográfica	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
42+265.29	635,008.93	1,938,148.71	-097° 43' 41.24"	+17° 31' 32.04"
42+285.29	635,028.84	1,938,147.33	-097° 43' 40.56"	+17° 31' 31.99"
42+305.29	635,048.84	1,938,147.67	-097° 43' 39.89"	+17° 31' 32.0"
42+325.29	635,068.83	1,938,148.01	-097° 43' 39.21"	+17° 31' 32.01"
42+340.29	635,084.56	1,938,148.28	-097° 43' 38.68"	+17° 31' 32.01"
42+345.29	635,088.83	1,938,148.35	-097° 43' 38.53"	+17° 31' 32.01"
42+365.29	635,108.70	1,938,147.19	-097° 43' 37.86"	+17° 31' 31.97"
42+380.29	635,122.07	1,938,139.21	-097° 43' 37.41"	+17° 31' 31.71"

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Características constructivas

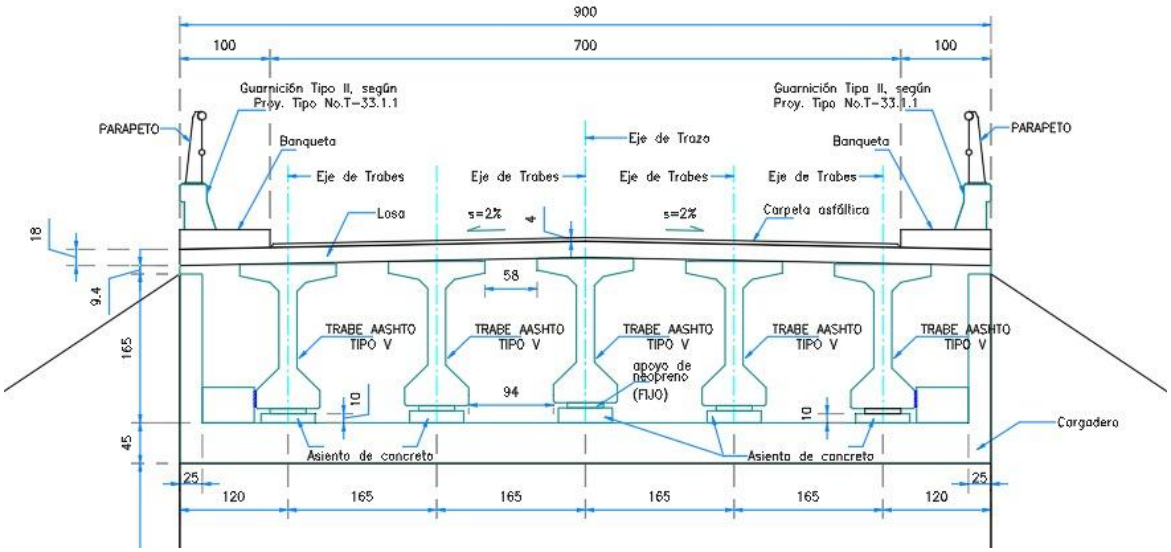
El proyecto quedará clasificado como un puente al cual se le denomina: Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca. Consistirá en una superestructura formada por una losa de concreto reforzado de 4 cm de espesor, colada en el sitio, con un ancho total de 9.0 metros y un ancho de calzada de 7.0 metros, apoyada de trabes tipo AASHTO V y con un claro de 35.00 metros y soportada en sus extremos sobre apoyos de neopreno ASTM D2240. El acceso 1 de 40 m y el acceso 2 de 40 m, para una longitud total del proyecto de 115 m. La estructura proyectada busca librar la corriente del Río San Antonio. A continuación, se presentan las especificaciones generales del proyecto. Es importante mencionar que para el cálculo de todas las superficies y coordenadas se utilizaron los softwares: ArcMap 10.8, AutoCAD MAP 3D 2024, QGis 3.40.8 y Google Earth.

Tabla. 2 Especificaciones del proyecto

DESCRIPCIÓN	PROYECTO
Cadenamientos:	
Inicio (km x+xxx)	42+265.29
Final (km x+xxx)	42+380.29
Derecho de Vía (m)	20 metros
Longitud de la estructura (m)	35.00 metros
Elevación de rasante (m)	2110.42 metros
Ancho de estructura (m)	9.00 metros
Ancho de calzada (m)	7.00 metros
Acotamientos (m)	Sin acotamientos
Banqueta	Dos de 0.75 metros
Parapeto	Dos de 0.25 metros
Galibo	3.58 metros
Número y ancho de carriles	Dos carriles de 3.5 metros
Estribos	Dos caballetes y ocho pilas
Superficie de la superestructura (m²)	321.53

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 4 Ejemplo de la sección transversal de la estructura.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Programa de trabajo de la obra

En la siguiente tabla se presenta el programa general de trabajo que incluye las actividades previas y las de construcción del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.** Las operaciones de mantenimiento y conservación del puente se llevarán a cabo a lo largo de su vida útil, de lo cual se encargará la dependencia que sea responsable de mantenimiento de este. Así mismo, por ser una vía de comunicación, no se tiene contemplado el abandono de la obra

Tabla. 3 Diagrama de Gantt del cronograma de obra (Programa de trabajo)

ACTIVIDAD	AÑO 1 MESES						AÑO 2 TRIMESTRE				AÑO 3 TRIMESTRE				AÑO 4 TRIMESTRE				AÑO 5 TRIMESTRE				AÑO 6 TRIMESTRE			
	2	4	6	8	10	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTOS																										
Licitación y Adjudicación de la obra	x	x																								
Trámites y permisos	x	x																								
Asignación de los recursos presupuestales.	x	x																								
ACTIVIDADES PREVIAS																										
Proyecto Ejecutivo		x																								
Estudios geotécnicos, levantamiento topográfico, estudio de bancos de materiales		x																								
Medidas de prevención			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de mitigación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de compensación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PREPARACIÓN DEL SITIO																										
Instalación de taller y bodega			x																							
Colocación de señalamientos preventivo de obra			x																							
Deshierbe, despalme de terreno, demoliciones desmantelamientos de las estructuras existentes			x	x																						
Trazo y ubicaciones de la cimentación				x																						
Limpieza del terreno			x																							
CONSTRUCCIÓN																										
Construcción de bloques de izaje					x	x																				
Izaje de superestructura							x	x																		
Perforación para pilotes									x	x																
Construcción de pilotes de concreto reforzado										x	x															
Construcción de zapatas											x	x														
Construcción de muros, coronas, topes sísmicos, bancos y muro de respaldo												x	x													
Construcción de coronas, topes sísmicos y bancos													x	x												
Fabricación de trabes pretensadas														x	x											
Colocación y compactación de terraplenes															x	x										
Construcción de losas de acceso de concreto reforzado																x	x									
Traslado, izaje y montaje de trabes prefabricadas																x	x									
Construcción de losa de rodamiento de concreto reforzado																	x	x								
Construcción de banquetas y guarniciones																		x	x							
Colocaciones de juntas de calzadas																			x	x						
Colocaciones de parapeto metálico																				x	x					
Colocaciones de carpeta asfáltica																					x	x	x			
SEÑALAMIENTOS																										
Retiro de señalamiento preventivo de obra																								x	x	
Colocación de señalamientos definitivos.																										x

ACTIVIDAD	AÑO 1 MESES						AÑO 2 TRIMESTRE				AÑO 3 TRIMESTRE				AÑO 4 TRIMESTRE				AÑO 5 TRIMESTRE				AÑO 6 TRIMESTRE			
	2	4	6	8	10	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpieza de la obra																										x
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																										
Circulación de vehículos automotores: Al término de la obra y por toda la vida útil del proyecto																										
Inspección y Evaluación: Previo a cualquier acción de mantenimiento, se realizarán inspecciones visuales y técnicas siguiendo los criterios del Manual de Inspección de Puente SICT y el AASHTO Bridge Inspection Manual para determinar un mantenimiento rutinario o preventivo																										
Mantenimiento y conservación de los puentes: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto correspondiente a la secretaria de comunicaciones y transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																										
Mantenimiento a obras complementarias y señalización: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto, correspondiéndole a la secretaria de Comunicaciones y Transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																										

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

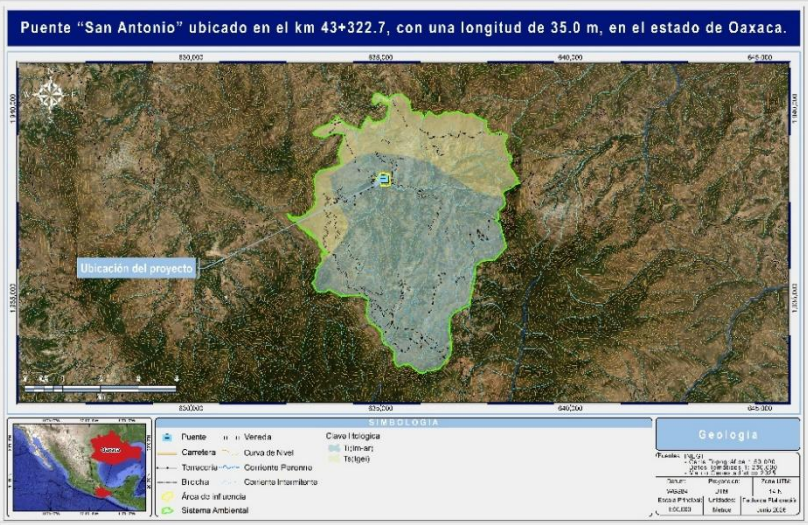
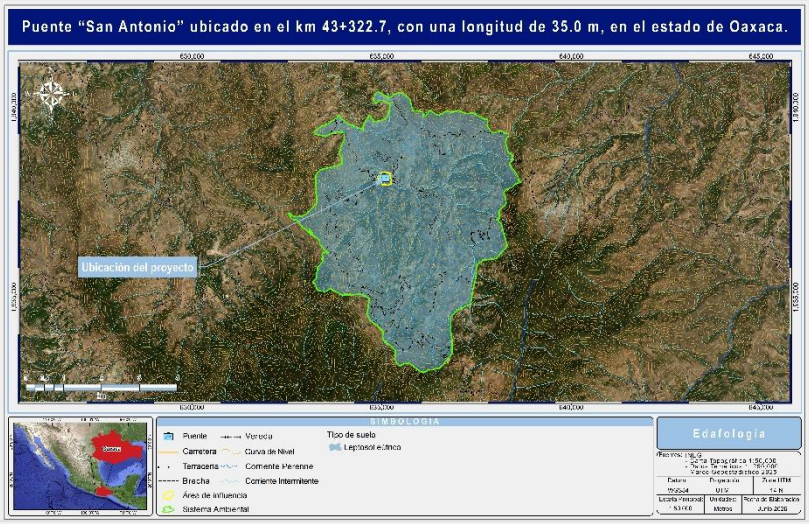
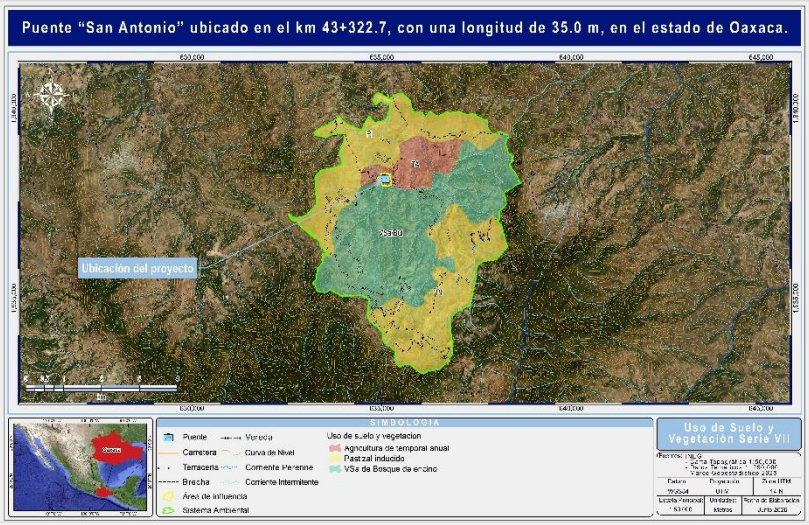
Caracterización de la Región Ecológica

Caracterización de los factores abióticos

Para la caracterización del medio abiótico de la Región Ecológica (RE), se elaboraron mapas utilizando la cartografía temática del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, de la cual se identificaron las unidades físicas de cada tema (clima, geoformas, edafología, hidrología, etc.), se hizo la revisión bibliográfica, visitas de verificación y reconocimiento en campo, que generó la información que se muestra a continuación, tanto en el prontuario de Información Geográfica, como la descripción de cada uno en el apartado correspondiente.

Tabla. 4 Características de la RE

COMPONENTE	CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DEL PROYECTO
Clima: La clasificación del clima de Köppen-Geiger establece para la RE, el tipo de clima templado subhúmedo. A continuación, se mencionan los presentes en el Área de Influencia del Proyecto: C(w1) (w): Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media. C(w2)(w): Templado subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo.	
Fisiografía: El trazo del proyecto se asienta sobre la Provincia Fisiográfica **Sierra Madre del Sur**, así como la subprovincia **Mixteca Alta**. Esta subprovincia se encuentra influenciada por las topoformas de **lomerío con cañadas y sierra alta compleja.**	

COMPONENTE	CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DEL PROYECTO
Geoformas: Particularmente en el área del proyecto se registran dos tipos de roca de acuerdo con el compendio de información geográfica municipal del INEGI con clave litológica: **Ti(Im-ar)** **Ts(Igei)**	
Suelo: Las unidades edáficas presentes dentro dla RE corresponden a: **Leptosol eútrico** De manera general los leptosoles (que son los suelos dominantes en la RE) son suelos muy superficiales, con poco espesor, que se forman sobre roca dura o áreas muy pedregosas, normalmente en laderas de fuerte pendiente. Son poco aptos para la agricultura.	
Vegetación De acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII de INEGI, la RE, presenta tres usos de suelo diferentes: 1. Agricultura de temporal anual 2. Pastizal inducido 3. Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de encino.	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

CAPÍTULO III ANÁLISIS Y CATEGORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS

Manejo ambiental y Medidas Generales

Impactos acumulativos, residuales y sinérgicos.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del Proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección aporta la definición y el análisis del "costo ambiental" del Proyecto, entendiendo por tal, la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en la RE. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos que no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas son considerados como impactos residuales. Derivado de lo anterior se tiene que el Proyecto generará los siguientes impactos residuales negativos:

a) Pérdida de cobertura vegetal y uso del suelo.
b) Perdida del hábitat.
c) Perdida de la estética del paisaje.
d) Perdida de las características geológicas y geomorfológicas
e) Pérdida de suelos, la excavación y nivelación modifican permanentemente el suelo.

En cuanto a la calidad del aire es un factor que se afecta durante todo el proyecto, y que mantendrá esa afectación de forma permanente con el comportamiento derivado de la dispersión de contaminantes y aportaciones principalmente por flujos vehiculares.

SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO.

La Ley define a los **servicios ambientales** como los beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano, (Art. 7, fracc LXI, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable). Se define entonces como servicios ambientales a las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas por medio de los cuales la naturaleza y el hombre obtienen algún beneficio. Estos servicios mantienen la biodiversidad y a la vez, ésta brinda servicios ambientales y la producción de bienes tales como alimento, agua, madera, combustibles y fibras, entre otros. Un ecosistema es el conjunto de interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos, las interacciones generan procesos propios del sistema como el ciclo de materia y el flujo de energía; estos procesos son dinámicos y abiertos, algunos de ellos medibles en series de tiempo que pueden ser de carácter geológico. El flujo de energía a través de las especies que componen el sistema se estructura en forma espacial y temporal jerárquicamente en tiempo y espacio (Maass et al, 1995; en Martínez, 2003). La eficiencia y permanencia de los procesos depende de la biodiversidad de especies, es decir, la diversidad biológica de un ecosistema es variable. Por biodiversidad se entiende "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas." (Artículo 3, fracción IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente). Es decir, es la variedad de vida en la Tierra en todos los niveles, desde genes hasta poblaciones mundiales de una misma especie; de comunidades de especies que comparten una misma pequeña área de un hábitat hasta ecosistemas mundiales. Cuando en una región existen diferentes ecosistemas, se entiende que dicha región está compuesta por subsistemas que establecen entre sí una serie de interacciones que en algunas ocasiones son recíprocas y en otras, constituyen servicios ambientales esenciales para el funcionamiento de otras partes del sistema. Estos servicios incluyen los de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos.

Considerando que las matrices de interacción y las listas de chequeo tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos, se debe destacar que éstos impactos fueron identificados, con la aplicación de los diferentes métodos empleada, con el juicio de expertos y la interpretación geográfica e incorporados como atributo

a valorar para cada impacto en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, tomando en cuenta la caracterización dla RE, de lo cual se identificaron los siguientes impactos acumulativos negativos, que fueron evaluados en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales y que serán retomados para su análisis dentro de la descripción de impactos presentada a continuación:

- Pérdida mínima de cobertura vegetal.
- Alteración mínima de la geomorfología.
- Pérdida de una superficie reducida de suelo.
- Pérdida de escasos individuos de la vegetación.
- Desplazamiento temporal de fauna silvestre fuera de las zonas del Proyecto.

Para el proyecto se tienen los siguientes impactos que presentan conectividad y que algunos son resultado de la presencia de otros. De los impactos acumulados se tienen:

Medidas de mitigación de afectaciones relevantes o significativas propuestas en la MIA-P.

Tabla. 5 Medidas de Mitigación para los impactos generados por las actividades del Proyecto.

ACTIVIDAD	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Cortes	1. Delimitar la superficie a afectar, sobre todo en las zonas cercanas a los lomeríos. 2. Evitar la caída de materiales al cauce de los cuerpos de agua que se encuentran el área del proyecto, ya que pudiera incrementar los sólidos suspendidos y alteraciones de la dinámica hidrológica. En caso de ocurrir la caída de grandes materiales al cauce, se debe proceder a su retiro para restablecer la dinámica hidrológica. 3. Utilizar el material despalmado como base de los terraplenes. 4. Asegurar el transito libre y seguro de los pobladores locales, incluyendo vigilancia durante los días de trabajo y señalamientos suficientes en días de descanso. 5. Almacenar los materiales geológicos y edáficos removidos, para mezclarlos con residuos vegetales y finalmente disponerlos en sitios degradados o de interés ecológico. En su defecto ofrecerlos como materiales de cubierta del relleno sanitario municipal, que se ubica en la cercanía del inicio del trazo. 6. Asegurar la estabilidad de los cortes y taludes, garantizando que no habrá deslizamientos de material ni caída de rocas que puedan alterar, en el futuro, la integridad mecánica de la ladera. 7. Proteger los taludes preferentemente con una estabilidad mecánica, dada que la vegetación natural, tiene fuertes limitantes para poder establecerse y ofrecer una protección a los taludes conformados. 8. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna, sobre todo la de lento desplazamiento, como reptiles, incluyendo la reubicación de sus madrigueras o nidos, en sitios más alejados. 9. Dado que el patrón del movimiento de la fauna, se debe aplicar estrategias integrales de protección y conservación, como permitir y facilitar su movimiento en zonas conservadas del proyecto, capacitando a todo el personal y comprometiéndose en la protección de la fauna. 10. Asegurar la protección de especies de interés particular, por ser endémicas o raras, estar amenazadas o requerir protección especial, y evaluar su estatus, dinámica poblacional e identificar los medios o prácticas de manejo necesarios para su conservación. 11. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. 12. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo la vegetación existente. 13. Establecer acciones de protección mediante la capacitación ambiental a todos los trabajadores que incidan en esta zona, con sanciones estrictas a su incumplimiento. La empresa constructora puede elaborar un catálogo de fauna y difundirlo entre el personal trabajador y población local. 14. Solicitar a la empresa constructora que otorgue y compruebe la capacitación ambiental permanente y periódica a todo el personal integrado en estas actividades. 15. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones para evitar algún tipo de accidente. 16. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra.

	17. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
Despalme del suelo	1. Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo natural removido, para ser mezclado posteriormente con residuos vegetales y reutilizado en actividades de rehabilitación ambiental, áreas verdes o revegetación. 2. Utilizar el suelo almacenado para la rehabilitación de sitios degradados, incluso en sitios alejados de la zona de obra. 3. La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, equipo pesado y vehículos, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo. 4. Evitar la caída de materiales al cauce de los cuerpos de agua presente, estableciendo un distanciamiento o una barrera física, de protección entre el área de trabajo y la zona del cauce. 5. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores. 6. Promover el almacenamiento del suelo para contar con un banco de germoplasma (semillas inertes) que serán utilizadas en la futura integración en áreas que requieran su rehabilitación o revegetación.
Nivelación y relleno	1. Asegurar la estabilidad de los taludes de los terraplenes y plataformas, combinando obras de ingeniería y la integración de vegetación, para evitar deslizamientos de material que pueda afectar la obra o integrar materiales a las corrientes hidrológicas. 2. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo pesado, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo. 3. Incluir vegetación de gramíneas y especies locales en los taludes de los terraplenes, para estabilizar los materiales. 4. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de transporte de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 5. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación, quienes primero debieron de haber recibido la capacitación ambiental en materia de protección de los recursos bióticos existentes. 6. Permitir durante todo el tiempo de obra y de forma permanente, el ahuyentamiento de la fauna. 7. Retirar todo el escombro y residuos de materiales de construcción del sito, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra. 8. Evitar la acumulación innecesaria de materiales en la cercanía de cauces hidrológicos, procediendo a su retiro, evitando la caída incidental en los cuerpos de agua. 9. Mejorar las condiciones de drenaje superficial integrando drenajes y alcantarillas en los cruces con las líneas de escorrentía, para evitar las posibilidades de producir el potencial "efecto dique" a lo largo de las zonas planas de la trayectoria del Proyecto, así como evitar que se produzcan condiciones que pueden obstaculizar la movilidad de los individuos de lento desplazamiento, como los reptiles, e incluso a los mamíferos. 10. Evitar que permanezca la compactación del suelo, realizando acciones de escarificación en sitios donde hubo mucho paso de equipo y maquinaria pesada. 11. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición directa de los residuos a cuerpo de agua.
Construcción de los Terraplenes	1. Realizar durante la época de sequía la construcción de terraplenes y plataformas para cruzar las corrientes hidrológicas. 2. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente. 3. Retirar todo el escombro y residuos de materiales de construcción del sito, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra. 4. Asegurar la estabilidad de los terraplenes, evitando deslizamientos de material que puedan alterar la integridad mecánica aguas debajo de los taludes del terraplén. 5. Incluir vegetación de gramíneas y especies locales en los taludes de los terraplenes a lo largo del derecho de vía.

	6. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 7. Evitar las caídas y deslizamientos de materiales, que puede incidir en las obras y en los cuerpos de agua presentes y donde se llevaran a cabo la construcción de puentes, e incrementar temporalmente los sólidos en suspensión, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental. 8. Incluir obras de drenaje y subdrenaje (pasos de fauna), que puedan servir como cruce de la fauna silvestre y evitar la creación de una barrera física que pudiera modificará el drenaje superficial, o fungir como barrera a la fauna silvestre. 9. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición directa de los residuos al cauce de los cuerpos de agua presentes.
Desmonte de la vegetación.	1. Eliminar la vegetación de forma manual, mediante el uso de motosierra y con un derribo direccional, siempre dirigido hacia el interior del derecho de vía, nunca utilizar maquinaría o sustancias químicas. 2. Evitar la quema de residuos vegetales o residuos domésticos en la zona de trabajo o en la cercanía. 3. La vegetación siempre de manera selectiva, iniciar con la vegetación de uso comercial y de interés para los pobladores o dueños de los predios, posteriormente retirar la vegetación restante. 4. Realizar el troceo de árboles y arbustos en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico derivado del despalme e incorporar esta mezcla en zona de interés, como áreas verdes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental. 5. Establecer un programa para la recuperación de material vegetativo y germoplasma de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, considerando las especies aprovechadas por la fauna silvestre y de interés especial. 6. Diseñar un programa de protección y propagación de especies vegetales para la protección y mejoramiento de hábitat a lo largo de la trayectoria del Proyecto, que incluya su reproducción y establecimiento en campo, para compensar el derribo de vegetación y los cortes, donde se puede integrar vegetación local. 7. Compensar la vegetación que haya sido eliminada integrando nuevos individuos en otros sitios, como áreas verdes, sitios con signos de deterioro, incluso ubicados fuera de la trayectoria del trazo o zona de obra, o en áreas que se encuentren en proceso de recuperación ecológica. 8. Favorecer la integración de la vegetación, depositando suelo y material vegetal en la superficie adyacente de las zonas de obra, partes bajas de los cortes, taludes de los terraplenes y zonas con signos de deterioro, dado que el suelo funciona como un banco de germoplasma vegetativo. 9. Realizar, al finalizar los trabajos, una campaña de revegetación con especies locales y con la población local, a todo lo largo de la zona de obra, asegurando su sobrevivencia mediante su mantenimiento respectivo. 10. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, al menos uno por cada 20 trabajadores.
Colocación de carpeta asfáltica	1. Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada y un manejo integral de los residuos peligrosos y no peligrosos, generados por su uso. 2. Los vehículos de carga deben contar con la verificación federal vigente y cumplir con la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera. 3. Si las actividades se realizan durante la temporada de sequía o se propicie la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar las áreas de trabajo. 4. Los residuos de asfalto, lubricantes y aceite pueden ser reutilizados dentro del mismo asfalto requerido. En caso de que no sea posible su reutilización, deben incorporarse al programa integral de residuos peligrosos. 5. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente, como el uso de fuego para eliminar la vegetación, eliminar residuos domésticos o la cocción o calentamiento de alimentos. 6. Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo.

	7. Desarrollar un programa de manejo de residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada. 8. Lo anterior incluye contar con su registro de generador de residuos peligrosos de la empresa constructora ante la SEMARNAT, así como contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo.
Obras de Drenaje y subdrenaje	1. Evitar la modificación el patrón normal de escorrentía, que puede provocar una serie de cambios en la dinámica hidrológica ("efecto dique") y afectaciones por procesos de inundación en terrenos adyacentes. 2. Integrar en las obras de drenaje y subdrenaje cruces de la fauna, con una cubierta de gramíneas en los bordes y taludes del drenaje, conformando un estrato herbáceo que proteja a la fauna menor de sus depredadores.
Compactación	1. Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. 2. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 3. Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo. 4. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación por parte de los operadores.
Manejo y disposición de residuos de obra	1. Retirar todo el escombro y residuos de materiales de construcción utilizados en el sitio, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra. 2. La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. 3. La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben cumplir con la verificación federal y la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 4. La empresa constructora debe prohibir a los conductores ocasionar afectaciones a la fauna silvestre y vegetación existente a lo largo de la zona de obra del proyecto. 5. Durante la temporada de sequía o cuando se genere una gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo. 6. La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico. 7. Establecer límites de velocidad a vehículos pesados, sobre todo en la cercanía de la zona poblada. 8. La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en zonas poblada. 9. Se debe contar con un programa de manejo integral de estos residuos especiales, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente.
Transporte de población	1. Presencia humana sobre la trayectoria y por lo tanto afectaciones por la deposición clandestina y frecuente de residuos en las zonas adyacentes; son impactos permanentes, intermitentes y de baja significancia.
Manejo y disposición de residuos	1. La empresa constructora debe contar con un programa de manejo de residuos domésticos, integrado al programa integral de residuos, con bitácora, donde se especifique el lugar de almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final. Lo anterior debe incluir la colocación de contenedores en el sitio de obra y su transporte y conducción al tiradero municipal o donde lo indique la autoridad pertinente. Inclusive puede esperarse un volumen adicional producido por la población local, que aprovechara la presencia de contenedores de residuos domésticos para depositar sus residuos domiciliarios, asimismo debe indicar si se realizarán acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad. 2. La empresa constructora debe contar con su registro como generador de residuos peligrosos, así como un programa de manejo de residuos peligrosos, bitácora, sitio de almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada que dará disposición final de los residuos peligrosos.

Acarreos de material	1. La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. 2. La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben cumplir con la verificación federal y la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 3. La empresa constructora debe prohibir a los conductores ocasionar afectaciones a la fauna silvestre y vegetación existente a lo largo de la zona de obra. 4. Durante la temporada de sequía o se produce la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo. 5. Dar mantenimiento preventivo a los caminos de acceso al banco de materiales e incluso a la zona de obra, a fin de evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación ocasionada por la escorrentía superficial. 6. La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico. 7. Establecer límites de velocidad a vehículos pesados, sobre todo en la zona poblada. 8. La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en zonas urbanas.
Operación de maquinaria y equipo	1. Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. 2. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 3. Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo. 4. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación por parte de los operadores. 5. Aplicar acciones de reubicación de flora y fauna endémicas, que se ubiquen sobre el trazo.
Protección de taludes	1. Proteger los taludes preferentemente con repellado y presas de gaviones. 2. Asegurar la estabilidad de los cortes y taludes, garantizando que no habrá deslizamientos de material ni caída de rocas que puedan alterar, en el futuro, la integridad mecánica de la ladera. 3. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna y reubicación de madrigueras y/o nidos. 4. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones (capturas y cacería) que afecten a la fauna silvestre y vegetación existente. 5. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 20 trabajadores.
Colocación de base y subbase.	1. Programar estas actividades durante la temporada de estiaje, para evitar las avenidas de agua que obstaculizarían y pueden poner en riesgo a los trabajadores y el desarrollo de la obra. 2. Evitar la caída de materiales al cauce de las corrientes hidrológicas, ya que pudiera provocar taponamientos y alteraciones de la dinámica hidrológica. 3. Realizar los trabajos, asegurando el tráfico libre y seguro de la población y visitantes que tienen la necesidad de cruzar la zona de obra, incluyendo vigilancia en días de trabajo y señalamientos suficientes en días de descanso, reforzadas con señalamientos luminosos durante la noche. 4. Evitar el "efecto dique" de la base y subbase, que pudiera provocar zonas de inundación estacional o afectar el drenaje superficial. Se debe integrar líneas de drenajes en las zonas bajas y adyacentes de la base y subbase, para evitar erosión y socavaciones de sus bases y líneas de escorrentía y simultáneamente garantizar el escurrimiento y dinámica hidrológica superficial. 5. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el promover el ahuyentamiento de la fauna y la reubicación de nidos y madrigueras. 6. Establecer prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones, por parte de los trabajadores, que afecten a la fauna silvestre y vegetación. 7. La empresa constructora debe otorgar y comprobar la capacitación ambiental permanente y periódica al personal integrado en todas estas actividades. 8. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente.

	9. Integrar medidas adicionales durante la temporada de lluvias, para evitar las afectaciones potenciales de ocasionales escorrentías torrenciales extremas sobre el gasto de los cuerpos de agua presente, incluyendo el conocimiento de los gastos máximos de las avenidas máximas. 10. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra. 11. Si las actividades se realizan durante la temporada de sequía o se propicie la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar las áreas de trabajo. 12. Los residuos de asfalto, lubricantes y aceite pueden ser reutilizados dentro del mismo asfalto requerido. En caso de que no sea posible su reutilización, deben incorporarse al programa integral de residuos peligrosos. 13. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente, como el uso de fuego para eliminar la vegetación, eliminar residuos domésticos o la cocción o calentamiento de alimentos. 14. Implementar campañas anuales de difusión para la prevención de incendios forestales. 15. Realizar anualmente un curso de capacitación en prevención y control de incendios para personal de las brigadas oficiales y voluntarias. 16. Diseñar e implementar un sistema de brechas cortafuego y caminos de acceso áreas críticas para el control de incendios, y establecer circuitos de patrullaje y detección. 17. Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo. 18. Desarrollar un programa de manejo de residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada. 19. Lo anterior incluye contar con su registro de generador de residuos peligrosos de la empresa constructora ante la SEMARNAT, así como contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo. 20. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores, garantizando la disposición adecuada de los residuos generados.
Acceso de Puentes	1. Realizar todos los trabajos en temporada de secas 2. Utilizar solamente el área requerida. 3. Contar y aplicar un Plan Integral de Manejo de Residuos, por Generación de Residuos y uso de Sustancias Tóxicas. 4. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes. 5. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. 6. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. 7. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. 8. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra. 9. Escarificar los terrenos que serán utilizados, para favorecer el retorno de la cubierta vegetal. 10. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas. 11. Limpiar los frentes de trabajo al terminar la jornada laboral 12. Nunca dejar residuos en zona cercana al cauce del Río Armería 13. Previo al inicio de la jornada realizar el ahuyentamiento de fauna
Excavación	1. Realizar la excavación y actividades asociadas durante la época de sequía, tiempo en el cual el flujo hidrológico es menor, permitiendo un desarrollo de actividades de manera más segura. 2. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la vegetación y fauna silvestre. 3. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 4. Arrendar sanitarios portátiles a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 20 trabajadores, evitando disponer los residuos directamente al cauce. 5. Evitar la caída de materiales al cauce, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental. 6. Retirar inmediatamente, al finalizar las actividades constructivas, todos los residuos de obra

	7. Utilizar bancos de tiro autorizados
Colocación de base y subbase en los accesos.	1. Programar estas actividades durante la temporada de estiaje, para evitar las avenidas de agua que obstaculizarían y pueden poner en riesgo a los trabajadores y el desarrollo de la obra. 2. Evitar la caída de materiales al cauce de las corrientes hidrológicas, ya que pudiera provocar taponamientos y alteraciones de la dinámica hidrológica. 3. Realizar los trabajos, asegurando el tráfico libre y seguro de la población y visitantes que tienen la necesidad de cruzar la zona de obra, incluyendo vigilancia en días de trabajo y señalamientos suficientes en días de descanso, reforzadas con señalamientos luminosos durante la noche. 4. Es importante asegurar la estabilidad de los taludes de la base y subbase evitando deslizamientos de material, sobre todo en aquellos sitios donde puedan ingresar materiales a los cauces hidrológicos. 5. Evitar el "efecto dique" de la base y subbase, que pudiera provocar zonas de inundación estacional o afectar el drenaje superficial. Se debe integrar líneas de drenajes en las zonas bajas y adyacentes de la base y subbase, para evitar erosión y socavaciones de sus bases y líneas de escorrentía y simultáneamente garantizar el escurrimiento y dinámica hidrológica superficial. 6. Proteger los taludes preferentemente con vegetación natural, principalmente especies agresivas colonizadoras, como las gramíneas. 7. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el puente a construir, el promover el ahuyentamiento de la fauna y la reubicación de nidos y madrigueras. 8. Establecer prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones, por parte de los trabajadores, que afecten a la fauna silvestre y vegetación. 9. La empresa constructora debe otorgar y comprobar la capacitación ambiental permanente y periódica al personal integrado en todas estas actividades. 10. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. 11. Integrar medidas adicionales durante la temporada de lluvias, para evitar las afectaciones potenciales de ocasionales escorrentías torrenciales extremas sobre el gasto de arroyos intermitentes, incluyendo el conocimiento de los gastos máximos de las avenidas máximas de los arroyos intermitentes. 12. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra. 13. Si las actividades se realizan durante la temporada de sequía o se propicie la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar las áreas de trabajo. 14. Los residuos de asfalto, lubricantes y aceite pueden ser reutilizados dentro del mismo asfalto requerido. En caso de que no sea posible su reutilización, deben incorporarse al programa integral de residuos peligrosos. 15. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente, como el uso de fuego para eliminar la vegetación, eliminar residuos domésticos o la cocción o calentamiento de alimentos. 16. Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo. 17. Desarrollar un programa de manejo de residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada. 18. Lo anterior incluye contar con su registro de generador de residuos peligrosos de la empresa constructora ante la SEMARNAT, así como contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo. 14. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores, garantizando la disposición adecuada de los residuos generados.
Pilotes, Juntas de Dilatación y Parapetos.	1. Realizar la excavación y actividades asociadas durante la época de sequía, tiempo en el cual el flujo hidrológico es nulo, permitiendo un desarrollo de actividades de manera más segura. 2. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la vegetación y fauna silvestre. 3. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 4. Arrendar sanitarios portátiles a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 20 trabajadores, evitando disponer los residuos directamente al cauce. 5. Evitar la caída de materiales al cauce, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental. 6. Retirar inmediatamente, al finalizar las actividades constructivas, todos los materiales sobrantes de la obra y residuos sólidos generados. 19. Emplear bancos de Tiro autorizados
Preparación de los caminos que llegan al puente.	1. Proteger el derecho de vía con la incorporación de un sustrato fértil y semillas de gramíneas. 2. Integrar señalamientos y reductores de velocidad para evitar las posibilidades de accidentes y colisiones vehiculares con el cruce del puente, debido a la potencial afluencia vehicular que habrá de circula por el Proyecto. 3. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el puente a construir, el ahuyentamiento de la fauna y reubicación de sus madrigueras o nidos.

	4. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre y vegetación existente. 5. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 20 trabajadores.
Obras complementarias	1. Los sitios destinados a obras provisionales no podrán presentar vegetación. Se deberá realizar una pequeña reforestación perimetral donde así se considere del predio, como medida de compensación 2. Se deberá emplear siempre materiales ligeros de construcción que sean sencillos de retirar al concluir los trabajos. 3. El sitio de almacén de residuos deberá de cumplir con la normatividad aplicable. 4. El patio de maquinaria deberá estar limpio de derrames. 5. En caso de requerir cambio de aceite o servicio menor de la maquinaria, se contará con un kit antiderrame y utilizar geomembranas para evitar contaminación al suelo. 6. Colocar los sanitarios de modo tal que su mantenimiento sea sencillo por parte de la empresa autorizada. 7. No se permitirá crear fogatas. 8. Los tambos de residuos deberán ser metálicos con tapa y separando la basura conforme a la normatividad aplicable. 9. La herramienta de mano y los materiales de construcción no podrán estar dispersos en las áreas de trabajo. 10. Se deberá de contar con las bitácoras de recolección de residuos sólidos y peligrosos. 11. Se deberá contar con las bitácoras de mantenimiento de maquinaria, en caso de ser necesario. 12. No se podrán ubicar los sitios de obras adicionales cerca de escurrimientos. 13. Al concluir los trabajos se rastrillará el suelo para permitir una mayor infiltración de agua, posterior a la compactación sufrida por la maquinaria

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Adicionalmente a las medidas antes enlistadas el proyecto deberá de contemplar la realización de los siguientes programas: Los programas que a continuación se enlistan se deberán de adecuar y presentar como medidas de mitigación para que se han evaluados por la SEMARNAT, los cuales contendrán los criterios, metodologías y procedimientos, para la correcta ejecución de las acciones necesarias.

- Programa de rescate y reubicación de flora.
- Programa de rescate y reubicación de fauna.
- Programa de restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos
- Programa de vigilancia ambiental que incluya las medidas de mitigación contenidas en la MIA-P, Términos y Condicionantes y los programas anteriores.

De tal manera que se dé cumplimiento a las propuestas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental de los impactos que podrá generar el proyecto.

Acciones e indicadores para la ejecución y monitoreo ambiental

Tabla. 6 Resumen de acciones e indicadores para el monitoreo ambiental

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	Etapa del Proyecto en que se desarrollará el monitoreo		
				P	C	OYM
Flora	Prohibición de extracción de flora silvestre en especial aquella con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de reportes de extracción recibidos	Mensual			
		Número de ejemplares extraídos decomisados	Mensual			
	Prohibición de introducción de flora exótica	Número de reportes de introducción de flora recibidos	Mensual			
		Número de ejemplares introducidos decomisados	Mensual			
	Recorridos de prospección a lo largo del derecho de vía para ubicar las zonas de vegetación donde se encuentran ejemplares con prospecto de ser rescatados.	Número de recorridos realizados	Previo al inicio de actividades			
		Número de zonas ubicadas	Previo al inicio de actividades			
	Delimitación de áreas de desmonte	Superficie por desmontar	Previo al inicio de actividades			
	Selección de sitios para la reubicación de individuos rescatados	Número de sitos de reubicación	Previo al inicio de actividades			
		Superficie de los sitios seleccionados	Previo al inicio de actividades			
	Marcado de individuos propensos a rescate	No. de Individuos marcados	Mensual			
	Ejecución del rescate y reubicación de individuos de flora en los sitios previamente seleccionados	No. de individuos rescatados	Mensual Semestral Anual			
		No. de individuos reubicados	Mensual			
		% de individuos sobrevivientes	Mensual			
	Construcción del vivero temporal	Superficie de ocupación	Previo al inicio de acciones			
	Mantenimiento de vivero temporal, para el resguardo y la reproducción de plantas y plántulas.	No. de ejemplares resguardados	Mensual			
		No ejemplares propagados	Mensual			
		% de sobrevivencia en vivero por especie	Mensual			
	Selección de especies para reforestar	No. de especies de vegetación nativas de la región seleccionadas	Previo al inicio de acciones			
		No. de ejemplares por especie	Previo al inicio de acciones			
	Ubicación de áreas para reforestar	Total, acumulado de la superficie de áreas reforestadas	Mensual Semestral			

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	Etapa del Proyecto en que se desarrollará el monitoreo		
				P	C	OYM
	Reforestación	Superficie reforestada	Mensual Semestral			
		Número de ejemplares plantados	Mensual Semestral			
		% de sobrevivencia	Mensual Semestral			
Fauna	Identificación de especies silvestres y aquellas incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de especies en la NOM	Previo al inicio de acciones			
	Realizar acciones para ahuyentar fauna silvestre (reptiles, aves, mamíferos pequeños y medianos) previo a las actividades de desmonte	No. de ahuyentamientos	Previo al inicio de actividades			
	Rescate de ejemplares de fauna que se reúsen a salir del área de obras	No. de individuos	Mensual			
		No. de individuos establecidos al tiempo cero	Bimestral			
	Mantenimiento de especies de fauna herida	No. de individuos sobrevivientes	Mensual y semestral			
		No. de individuos rescatados y reubicados	Mensual y semestral			
	Adecuación de las obras de drenaje para ser utilizadas como pasos	No de obras de drenaje adaptadas	Mensual y semestral			
		No. de especies que utilizan el paso de fauna	Semestral			
Suelos	Enriquecimiento de superficies con materia orgánica	Superficie de tendido	Mensual			
	Obras para la conservación de suelos	No. de obras instaladas	Mensual			
		Superficie de ocupación de las obras	Mensual			
		Volumen (m^3) de suelo recuperado o conservado	Semestral			
	Escarificación del suelo en áreas de maniobras	Superficie de suelo escarificada	Mensual			
	Reincorporar la tierra movida de las áreas de ampliación al suelo natural	Superficie removida	Bimestral			
		Superficie. reincorporada	Bimestral			
	Revegetación con especies nativas para promover la infiltración	Superficie de áreas revegetadas	Mensual Semestral			
	Instalación de materiales impermeables en zonas de almacenamiento y mantenimiento de vehículos	Superficie de material impermeable colocada	Mensual			
		Volumen (m^3) de suelo removido	Semestral			

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	Etapa del Proyecto en que se desarrollará el monitoreo		
				P	C	OYM
	Remoción del suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles o aceites	No. de derrames ocurridos	Mensual			
Residuos	Instalación de sanitarios portátiles	No. de sanitarios portátiles instalados	Mensual			
	Mantenimiento adecuado de sanitarios portátiles	No. de sanitarios portátiles con mantenimiento	Semanal			
	Colocación de contenedores para residuos sólidos urbanos debidamente etiquetados	No. de contenedores colocados por kilometro	Mensual			
	Disposición final de RU en sitios autorizados por el municipio	Volumen (m^3) de residuos dispuesto	Mensual			
	Instalación de contenedores para residuos peligrosos	No. de contenedores colocados por almacén	Previo al inicio de actividades			
	Instalación de almacén (es) para residuos peligrosos	No. de almacenes instalados	Previo al inicio de actividades			
	Correcta disposición de residuos peligrosos	Volumen de residuos dispuestos	Semestral			
		No. de manifiestos archivados	Semestral			
	Establecer un programa permanente de recolección de residuos en el DV	Volumen de residuos recolectados	Mensual			
Educación Ambiental y seguridad	Platicas informativas a todos los trabajadores de instrucción en temas ambientales, y conservación de recursos naturales indicando posibles sanciones, en caso de incurrir en incumplimiento	No. de trabajadores instruidos	Mensual			
		No. de tópicos impartidos	Mensual			
		No. de empleados capacitados	Bimestral			
	Señalización adecuada que indique cuidados a la biodiversidad	No. de señalamientos colocados por superficie del proyecto	Mensual			
	Señalización para control de velocidad	No. de señalamientos colocados por superficie del proyecto	Mensual			
	El movimiento de materiales y maquinaria se llevará a cabo en horarios programados (evitar actividades nocturnas)	ND	Diariamente			
	Proporcionar EPP a los empleados	No. de empleados equipados	Mensual			
		No. de registros mantenidos	Mensual			
	Instalación de botiquines de primeros auxilios	No. de botiquines instalados por frente de trabajo	Previo al inicio de actividades			
		Cantidad de suplementos médicos repuestos	Mensual			
	Salud laboral	No. de accidentes o incidentes de trabajo reportados	Mensual			

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	Etapa del Proyecto en que se desarrollará el monitoreo		
				P	C	OYM
	Instalación de iluminación localizada en áreas de instalaciones temporales	Número de luminarias instaladas	Previo al inicio de actividades			
		Número de recambio de luminarias	Mensual			
Aire (calidad)	Mantenimiento de maquinaria	No. de certificados de verificación de vehículos y maquinaria	Semestral			
		No de reportes de mantenimiento emitidos	Mensual			
	Medición de emisiones de ruido	No. De registros de decibeles	Semestral			
		No. De equipos que rebasan 86 dB	Semestral			
	Riego de terracerías con agua tratada	Superficie de Riego	Mensual			
		Volumen de agua tratada utilizado	Mensual			
Agua	Medición de parámetros fisicoquímicos	Parámetros fisicoquímicos de oxígeno disuelto (superiores a 4 %), fósforo total (menor a 0.4mg/l PO4), y pH (entre 6 y 9).	Antes, durante y después de las actividades constructivas			
	Evitar exceso de carga en vehículos de acarreo	Volumen dispuesto por unidad de acarreo	Mensual			
	Prohibir el apilamiento de materiales sobre corrientes de agua o áreas aledañas	Superficie obstruida con materiales	Bimestral			

P= Etapa de preparación del sitio
C= Etapa de construcción
OYM= Operación y mantenimiento

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE COSTOS DE LA MITIGACIÓN AMBIENTAL

Valoración económica

México es uno de los países con mayor biodiversidad del mundo, entre los que se incluyen ecosistemas de alta montaña, bosques, selvas, desiertos, islas, playas y arrecifes coralinos, así como sitios de interés histórico y cultural. Debido a esto, el desarrollo económico enfrenta un dilema entre la conservación de los ecosistemas y su transformación para usos agrícolas, urbanos o industriales; por lo tanto, el debate está frecuentemente cargado de tensión y conflictos entre los sectores involucrados. Con base en esto, se puede determinar que la utilidad principal de la valoración económica es generar información que permita reducir estos conflictos, de modo que se debe buscar que la estimación de los beneficios económicos y de los costos de oportunidad asociados a la protección ambiental permita a los legisladores y al público en general conocer sobre la importancia de los ecosistemas, en especial cuando existe una fuerte demanda para su modificación (Andrade, 2008).

La esencia de la valoración económica del medio ambiente es encontrar la disposición a pagar por obtener los beneficios ambientales o por evitar los costos ambientales medidos donde el mercado revele esta información. Conjuntamente, el propósito de la valoración es revelar el verdadero costo del uso y escasez de los recursos naturales.

Valorar económicamente un costo ambiental implica encontrar un indicador monetario que permita determinar el valor de una alteración desfavorable en el medio natural provocada por una acción o actividad económica. Esta acción provoca un cambio en la condición de los recursos afectados, pasando de un estado de conservación a otro más deteriorado. Por lo anterior, es pertinente que al realizar la valoración del daño se conozca el estado de conservación del recurso antes y después de la alteración.

Metodologías para la valoración económica ambiental

En el marco de la economía ambiental, podemos distinguir varios métodos de valoración económica de costos ambientales, entre los que según Osorio y correa (2004) se encuentran:

- Método de Gasto en Mitigación
- Método de Costo de Reposición
- Método de estimación del cambio en productividad
- Método de Análisis de cambios en la tasa de morbilidad
- Método de Valoración Contingente
- El método de transferencia de beneficios
- Método de costo de viaje

El método gasto en mitigación (GM): también llamado por algunos autores como gasto en prevención y mitigación, es un método indirecto que se basa en el comportamiento que se desarrollan para prevenir y/o mitigar los impactos ambientales negativos. El supuesto básico de este método consiste en que los insumos utilizados en la mitigación. El GM es útil en la valoración de efectos físicos fácilmente identificables por las personas y para los cuales existe la posibilidad de prevenirlos y/o reducirlos.

El método de costo de reposición (CR): considera lo que se gasta en restaurar y en devolver a su estado original a la Región Ecológica que ha sido alterado, como una aproximación del valor que se le otorga a ese bien ambiental. Es decir, una vez que se ha producido o estimado un daño o efecto ambiental, se estima cómo podría volverse al estado inicial y el costo que ello implica. La aplicación de este método, al igual que GM, requiere de la existencia de efectos físicos que sean evidentes y que tengan la posibilidad de restaurarse.

Método de estimación del cambio en productividad: Este método busca estimar económicamente el impacto ambiental sobre un recurso natural a través de la valoración del efecto que este impacto genera en la producción, en el costo o en las ganancias generadas por otro bien que sí tiene mercado. Este efecto en la producción de otro bien o servicio implica un cambio en el bienestar de las personas. Una aplicación común del método lo constituye el caso de la calidad del agua y la producción agrícola. Si la calidad del agua disminuye debido a una contaminación, existirá una disminución en los rendimientos, lo que se traduciría en mayores costos de producción y, por ende, en un mayor precio del producto.

Método de Análisis de cambios en la tasa de morbilidad: La alteración de la calidad de los factores ambientales puede tener consecuencias graves sobre la salud de las personas, siendo necesaria la adopción de medidas correctivas. Para valorar este impacto existen métodos que se basan en las probabilidades de mortalidad y morbilidad.

Método de Valoración Contingente (MVC): Este método busca determinar el valor económico que las personas otorgan a los cambios en el bienestar derivados de una modificación en la oferta de un bien ambiental. Para obtener la estimación del valor económico, se debe definir cuál es el cambio en el recurso que queremos valorar y cuál es la población afectada por este cambio. Luego, se utilizan encuestas, para crear un mercado hipotético, donde pregunta por la máxima disposición a pagar (DAP) o a aceptar (DAA) por el cambio en el bien ambiental.

Método de transferencia de beneficios: La transferencia de valores ambientales o, como se la denomina habitualmente, transferencia de beneficios no es una técnica en sí misma, sino que consiste en la utilización de los valores monetarios de bienes ambientales estimados en un contexto determinado para estimar los beneficios de un bien similar bajo contexto diferente, del cual se desconoce su valor (Desvouges et al., 1992).

Método de costo de viaje: El punto de partida para la aplicación de este método se encuentra cuando existe una relación de complementariedad entre bienes ambientales y bienes privados. Por ejemplo, en el caso de parques naturales, las personas disfrutan de las áreas naturales, pero, para hacerlo, necesitan recurrir al consumo de algunos bienes privados para desplazarse hasta el sitio, y es en estos gastos privados en los que se basa este método para lograr determinar una aproximación al valor del recurso natural.

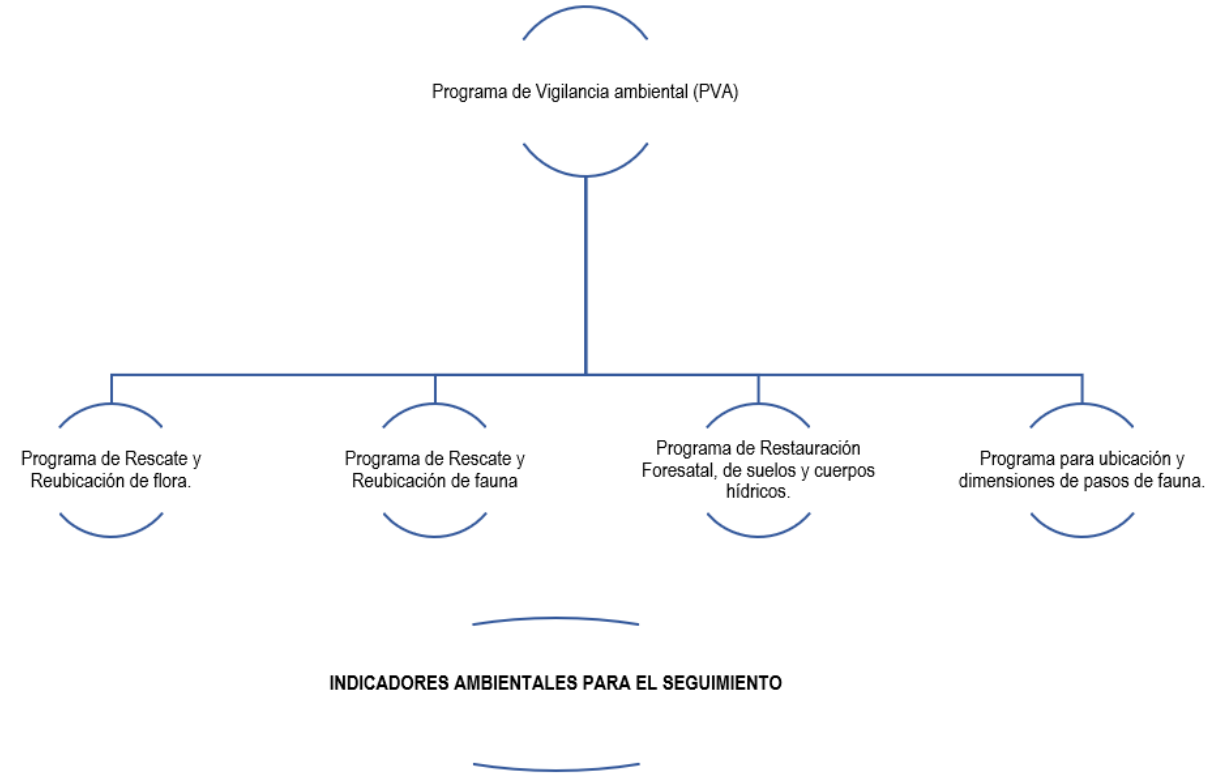
Método de costos evitados: El método de costos evitados proporciona la estimación de un valor para los recursos naturales basándose en los costos en que incurren las personas para evitar los posibles daños causados por la pérdida de los servicios que prestan dichos recursos

Aplicación del método de Gasto en Mitigación (GM)

Para aplicar el método, primero se debe identificar claramente el atributo ambiental a valorar y luego se requiere de observaciones directas de las medidas de mitigación reales que enfrentan las personas, empresas o instituciones para protegerse de los efectos ambientales negativos o riesgos asociados a éstos.

Luego, se estiman los costos de realizar dichas medidas para estimar el gasto en mitigación total. Cuando no existen datos (información) observables se deben realizar estimaciones de las posibles medidas mitigadoras, y de los costos en que se debería incurrir para efectuarlas. En este sentido a continuación, se presenta la estimación del costo económico para la implementación de las medidas de mitigación, partiendo de las acciones propuestas dentro del marco de del Plan de Vigilancia Ambiental el cual se integra de la siguiente manera.

Imagen. 5 Programas que conforman el Programa de Vigilancia Ambiental



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Catálogo de conceptos y Memoria de cálculo de precios unitarios del Programa Rescate y Reubicación de Flora.

Para la correcta ejecución de las actividades señaladas en el programa de rescate y reubicación de flora se requerirá de un monto total de **$1,099,364.66** pesos. considerando lo siguiente:

Tabla. 7 Desglose total de gastos. para la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
MATERIALES				
ACEITE PARA MOTOR	LT	19	$80.00	$1,520.00
GASOLINA	LT	720	$30.00	$21,600.00
JUEGO DE LLANTAS PARA CAMIONETA	JGO	2	$3,652.00	$7,304.00
BOLIGRAFO BIC PUNTO FINO NEGRO CAJA CON 12	PAQ	2	$62.00	$124.00
FACIA BOND CARTA CON 500 HOJAS COPAMEX	PZA	1	$699.00	$699.00
LAPIZ BIC EVOLUTION AMARILLO 12 PZAS	PAQ	2	$65.00	$130.00
SACAPUNTAS AZOR, GOMA, CORRECTOR	PZA	2	$405.00	$810.00
LIBRETA DE CAMPO	PZA	2	$85.90	$171.80
TABLA CON CLIP ACRILICO OFFICE DEPOT TAMAÑO CARTA	PZA	5	$79.90	$399.50
TONER COLOR PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	4	$1,800.00	$7,200.00
TONER B/N PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	2	$1,209.00	$2,418.00
ALAMBRE GALVANIZADO	KG	10	$102.00	$1,020.00
ALAMBRE RECOCIDO	KG	23	$23.50	$540.50
ALAMBRE DE PUAS	ROLLO	9	$1,019.00	$9,171.00
POLIETILENO PARA VIVERO 6.20M DE ANCHO	M	45	$104.50	$4,702.50
MADERA (POLINES)	PZA	48	$85.00	$4,080.00
CLAVOS	KG	14	$30.00	$420.00
CUERDA EN ROLLO	PZA	9	$330.00	$2,970.00
CORDEL DE NYLON DE 1/2 PULG.	M	41	$25.00	$1,025.00
CINTAS DISTINTIVAS EN COLORES FLUORESCENTES (FLAGING TAPE)	PZA	72	$25.00	$1,800.00
CHAROLAS DE POLIESTIRENO PARA GERMINACIÓN	PZA	36	$80.50	$2,898.00
BOLSAS DE POLIETILENO NEGRAS PARA VIVEROS CON FUELLE, EN DIFERENTES TAMAÑOS	KG	10	$99.90	$999.00
COSTALES DE PLASTICO E IXTLE	PZA	135	$15.00	$2,025.00
BOLSAS DE PAPEL ESTRAZA EN DIFERENTES TAMAÑOS	KG	14	$50.00	$700.00
MALLA NEGRA PARA VIVERO DEL 70% CON REFUERZO LATERAL	M	36	$500.00	$18,000.00
MALLA SOMBRA	M	36	$180.00	$6,480.00
LONAS O MANTAS (5X5M)	PZA	18	$385.00	$6,930.00
CUBETAS DE PLASTICO	PZA	11	$55.00	$605.00
ESCOBA METALICA	PZA	8	$115.00	$920.00
TIERRA DE HOJA CERNIDA	TON	1	$1,600.00	$1,600.00
TIERRA NEGRA	TON	1	$1,500.00	$1,500.00
TEZONTLE FINO	TON	1	$2,500.00	$2,500.00
VERMICULITA COSTAL DE 50KG	PZA	5	$680.00	$3,400.00
ENRAIZADOR COSTAL DE 5KG	PZA	11	$195.00	$2,145.00
GUIAS DE CAMPO PARA IDENTIFICACIÓN DE VEGETACIÓN	PZA	2	$1,000.00	$2,000.00
TOTAL MATERIALES				$120,807.30
MANO DE OBRA				
INGENIERO FORESTAL	JOR	120	$2,600.00	$312,000.00
BIOLOGO 1	JOR	100	$2,600.00	$260,000.00
AUXILIAR DE CAMPO 1	JOR	120	$1,416.67	$170,000.40

TOTAL MANO DE OBRA				$742,000.40
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERRAMIENTA MENOR	%	393	$100.00	$39,300.00
CAMIONETA FORD RANGER XL DOBLE CABINA	HR	1440	$53.47	$76,996.80
LAPTOP DELL INSPIRON 15-5567 (1)	HR	720	$27.47	$19,778.40
LAPTOP DELL INSPIRON 15-5568 (2)	HR	720	$27.47	$19,778.40
MULTIFUNCIONAL SAMSUNG SL-C480W/XAX COLOR	HR	90	$17.71	$1,593.90
BOTIQUIN ESPECIALIZADO PM1408PA	HR	72	$56.00	$5,556.60
CAMARA NIKON PROFESIONAL	HR	144	$85.30	$12,283.20
CAMARA NIKON PROFESIONAL	HR	144	$85.30	$12,283.20
EQUIPO DE COMUNICACIÓN (SET DE 2 RADIOS MOTOROLA WALKIE TOLKIE 2 VIAS 56 KM Mt350r USO RUDO)	HR	360	$28.77	$10,357.20
EQUIPO PARA MANTENIMIENTO (PALA, PALA TRASPLANTADORA, PICO, ZAPAPICO, CARRETILLA, CRIBA, MARTILLO)	HR	360	$25.10	$9,036.00
EQUIPO PARA ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN (MACHETES, HACHA. SIERRA, TIJERAS DE PODA, TIJERAS PARA TALLOS, ESCALERA)	HR	360	$16.89	$6,080.40
EQUIPO DE MEDICIÓN (CINTA METRICA, FLEXOMETRO, TERMOMETRO, CLINOMETRO, ALTIMETRO, DISTANCIOMETRO)	HR	360	$16.85	$6,066.00
EQUIPO PARA (BOMBA PRESURIZADORA, TANQUE CISTERNA 5000L, TINACO DE 1100L, ROLLO DE MANGUERA DE CAPAS)	HR	360	$18.40	$6,624.00
GPS MARCA GARMIN MODELO ETREX20	HR	99	$27.54	$2,726.46
GPS MARCA GARMIN MODELO ETREX20 2	HR	90	$27.54	$2,478.60
EQUIPO DE SEGURIDAD (POLINAS, BOTAS Y GUANTES)	HR	360	$19.84	$7,142.40
SANITARIO PORTATIL	HR	108	$663.50	$71,658.00
TOTAL, EQUIPO Y HERRAMIENTA				$236,556.96
TOTA, GENERAL				$1,099,364.66

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Catálogo de conceptos y Memoria de cálculo de precios unitarios del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.

El costo total por la implementación del Programa de rescate y reubicación de fauna y propuesta para la ubicación y dimensiones de pasos de fauna es de **$993,341.08**

Tabla. 8 Desglose total de gastos para la implementación del programa de rescate y reubicación de fauna.

Concepto	Unidad	Cntd. Ajuste	Precio	Importe
MATERIALES				
ACEITE PARA MOTOR	LT	9	$120.00	$1,080.00
GASOLINA	LT	600	$30.00	$18,000.00
JUEGO DE LLANTAS PARA CAMIONETA	JGO	2	$3,562.00	$7,124.00
BOLIGRAFO BIC PUNTO FINO NEGRO CAJA CON 12	PAQ	2	$63.50	$127.00
FACIA BOND CARTA CON 500 HOJAS COPAMEX	PZA	1	$517.00	$517.00
LAPIZ BIC EVOLUTION AMARILLO 12 PZAS	PAQ	3	$65.50	$196.50
SACAPUNTAS AZOR, GOMA, CORRECTOR	PZA	2	$405.00	$810.00
LIBRETA DE CAMPO	PZA	4	$85.90	$343.60
TABLA CON CLIP ACRILICO OFFICE DEPOT TAMAÑO CARTA	PZA	5	$69.90	$349.50
TONER COLOR PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	4	$1,800.00	$7,200.00
TONER B/N PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	2	$1,209.00	$2,418.00
GUÍAS DE CAMPO (AVES, MAMIFEROS, REPTILES Y ANFIBIOS)	PZA	4	$800.00	$3,200.00
TOTAL MATERIALES				**$41,547.60**
MANO DE OBRA				
BIOLOGO 1	JOR	120	$2,600.00	$312,000.00
AUXILIAR DE CAMPO 1	JOR	120	$1,416.67	$170,000.40
AUXILIAR DE CAMPO 2	JOR	120	$1,416.67	$170,000.40
TOTAL MANO DE OBRA				**$652,000.80**
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERRAMIENTA MENOR	%	393	$100.00	$39,300.00
CAMIONETA FORD RANGER XL DOBLE CABINA	HR	1440	$73.47	$105,796.80
LAPTOP DELL INSPIRON 15-5567 (1)	HR	750	$27.47	$20,602.50
MULTIFUNCIONAL SAMSUNG SL-C480W/XAX COLOR	HR	90	$17.71	$1,593.90
BOTIQUIN ESPECIALIZADO PM1408PA	HR	72	$56.00	$4,032.00
CAMARA NIKON PROFESIONAL	HR	146	$85.30	$12,453.80
CAMARA NIKON PROFESIONAL	HR	146	$85.30	$12,453.80
EQUIPO DE COMUNICACIÓN (SET DE 2 RADIOS MOTOROLA WALKIE TOLKIE 2 VIAS 56 KM Mt350r USO RUDO)	HR	113	$28.77	$3,251.01
FOTOTRAMPAS (VARIOS)	HR	450	$98.46	$44,307.00
GPS MARCA GARMIN MODELO ETREX20	HR	234	$27.44	$6,420.96
GPS MARCA GARMIN MODELO ETREX20 2	HR	225	$27.44	$6,174.00
EQUIPO HERPETOLOGICO (PINZAS Y GANCHOS)	HR	234	$24.49	$5,730.66
EQUIPO PARA CAPTURA DE FAUNA (TRAMPAS SHERMAN, TOMAHAWK, PIT-FALL)	HR	225	$128.37	$28,883.25
EQUIPO DE SEGURIDAD (POLINAS, BOTAS Y GUANTES)	HR	450	$19.54	$8,793.00
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA				**$299,792.68**
TOTAL GENERAL				**$993,341.08**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Catálogo de conceptos y Memoria de cálculo de precios unitarios del Programa de Restauración Forestal, de Suelos y Cuerpos Hídricos

El costo total por la implementación del Programa de restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos es de **$1,014,602.35**

Tabla. 9 Desglose total de gastos para la implementación del programa de restauración forestal, de suelos y cuerpos hídricos

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
MATERIALES				
ACEITE PARA MOTOR	LT	18	$120.00	$2,160.00
GASOLINA	LT	1152	$30.00	$34,560.00
JUEGO DE LLANTAS PARA CAMIONETA	JGO	2	$3,652.00	$7,304.00
BOLIGRAFO BIC PUNTO FINO NEGRO CAJA CON 12	PAQ	2	$63.50	$127.00
FACIA BOND CARTA CON 500 HOJAS COPAMEX	PZA	1	$699.00	$699.00
LAPIZ BIC EVOLUTION AMARILLO 12 PZAS	PAQ	3	$65.50	$196.50
SACAPUNTAS AZOR, GOMA, CORRECTOR	PZA	2	$405.00	$810.00
LIBRETA DE CAMPO	PZA	6	$75.90	$455.40
TABLA CON CLIP ACRILICO OFFICE DEPOT TAMAÑO CARTA	PZA	4	$69.90	$279.60
TONER COLOR PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	4	$1,800.00	$7,200.00
TONER B/N PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	3	$1,209.00	$3,627.00
COSTALES DE PLASTICO E IXTLE	PZA	72	$10.00	$720.00
GAVIONES	PZA	135	$153.00	$20,655.00
CUBETAS DE PLASTICO	PZA	17	$35.00	$595.00
ESCOBA METALICA	PZA	6	$115.00	$690.00
CUERDA EN ROLLO	PZA	18	$170.00	$3,060.00
CINTAS DISTINTIVAS EN COLORES FLUORESCENTES (FLAGING TAPE)	PZA	27	$55.00	$1,485.00
TAMBOS DE PLASTICO	PZA	9	$350.00	$3,150.00
SET DE BOTES PARA RESIDUOS	HR	108	$82.00	$8,856.00
TIERRA DE HOJA CERNIDA	TON	1	$1,600.00	$1,600.00
TIERRA NEGRA	TON	1	$1,500.00	$1,500.00
PLANTAS (VARIAS)	PZA	900	$12.50	$11,250.00
TOTAL MATERIALES				**$99,729.50**
MANO DE OBRA				
INGENIERO FORESTAL	JOR	120	$2,600.00	$312,000.00
BIOLOGO 1	JOR	120	$2,600.00	$312,000.00
AUXILIAR DE CAMPO 1	JOR	120	$1,416.67	$170,000.40
AUXILIAR DE CAMPO 2	JOR	90	$1,416.67	$127,500.30
TOTAL MANO DE OBRA				**$609,500.70**
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERRAMIENTA MENOR	%	400	$100.00	$40,000.00
CAMIONETA FORD RANGER XL DOBLE CABINA	HR	1600	$43.47	$69,552.00
LAPTOP DELL INSPIRON 15-5567 (1)	HR	800	$27.47	$21,976.00
MULTIFUNCIONAL SAMSUNG SL-C480W/XAX COLOR	HR	120	$45.47	$5,456.40
BOTIQUIN ESPECIALIZADO PM1408PA	HR	75	$46.47	$3,485.25
EQUIPO DE COMUNICACIÓN (SET DE 2 RADIOS MOTOROLA WALKIE TOLKIE 2 VIAS 56 KM Mt350r USO RUDO)	HR	400	$47.47	$18,988.00
EQUIPO PARA OBRAS (PALA, PALA TRASPLANTADORA, PICO, ZAPAPICO, CARRETILLA, CRIBA, MARTILLO)	HR	400	$48.47	$19,388.00
EQUIPO PARA ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN (MACHETES, HACHA. SIERRA, TIJERAS DE PODA, TIJERAS PARA TALLOS, ESCALERA)	HR	400	$49.47	$19,788.00
EQUIPO DE MEDICIÓN (CINTA METRICA, FLEXOMETRO, TERMOMETRO, CLINOMETRO, ALTIMETRO, DISTANCIOMETRO)	HR	400	$16.85	$6,740.00

EQUIPO PARA (BOMBA PRESURIZADORA, TANQUE CISTERNA 5000L, TINACO DE 1100L, ROLLO DE MANGUERA DE CAPAS)	HR	400	$18.40	$7,360.00
EQUIPOS DE LABORATORIO PARA ANALISIS DE AGUA (VARIOS)	HR	400	$161.20	$64,480.00
GPS MARCA GARMIN MODELO ETREX20	HR	150	$50.47	$7,570.50
EQUIPO DE SEGURIDAD (POLINAS, BOTAS Y GUANTES)	HR	400	$51.47	$20,588.00
SANITARIO PORTATIL	HR	140	$36.77	$5,147.80
TOTAL, EQUIPO Y HERRAMIENTA				$305,372.15
TOTAL, GENERAL				$1,014,602.35

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Catálogo de conceptos y Memoria de cálculo de precios unitarios del Programa de Vigilancia Ambiental

De acuerdo con los cálculos realizados se estima que el costo para ejecuta el Programa de Vigilancia ambiental será de $746,088.28

Tabla. 10 Costos estimados para la ejecución del PVA

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
MATERIALES				
GASOLINA	LT	600	$30.00	$18,000.00
ACEITE PARA MOTOR	LT	10	$120.00	$1,200.00
JUEGO DE LLANTAS PARA CAMIONETA	JGO	2	$3,562.00	$7,124.00
BOLIGRAFO BIC PUNTO FINO NEGRO CAJA CON 12	PAQ	2	$62.00	$124.00
FACIA BOND CARTA CON 500 HOJAS COPAMEX	PZA	2	$699.00	$1,398.00
LAPIZ BIC EVOLUTION AMARILLO 12 PZAS	PAQ	4	$84.00	$336.00
SACAPUNTAS AZOR, GOMA, CORRECTOR	PZA	2	$405.00	$810.00
LIBRETA DE CAMPO	PZA	6	$85.90	$515.40
TABLA CON CLIP ACRILICO OFFICE DEPOT TAMAÑO CARTA	PZA	4	$79.90	$319.60
TONER COLOR PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	4	$1,800.00	$7,200.00
TONER B/N PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	2	$1,209.00	$2,418.00
TOTAL, MATERIALES				**$39,445.00**
MANO DE OBRA				
BIOLOGO 1	JOR	120	$2,600.00	$312,000.00
AUXILIAR DE CAMPO 1	JOR	120	$1,416.67	$170,000.40
AUXILIAR DE CAMPO 1	JOR	70	$1,116.67	$78,166.90
TOTAL, MANO DE OBRA				**$560,167.30**
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERRAMIENTA MENOR	%	350	$100.00	$35,000.00
CAMIONETA FORD RANGER XL DOBLE CABINA	HR	900	$53.47	$48,123.00
LAPTOP DELL INSPIRON 15-5569	HR	600	$29.47	$17,682.00
MULTIFUNCIONAL SAMSUNG SL-C480W/XAX COLOR	HR	70	$72.71	$5,089.70
BOTIQUIN ESPECIALIZADO PM1408PA	HR	75	$46.17	$3,462.75
CAMARA NIKON PROFESIONAL	HR	102	$85.30	$8,700.60
EQUIPO DE COMUNICACIÓN (SET DE 2 RADIOS MOTOROLA WALKIE TOLKIE 2 VIAS 56 KM Mt350r USO RUDO)	HR	350	$28.16	$9,856.00
EQUIPO PARA MANTENIMIENTO (PALA, PALA TRASPLANTADORA, PICO, ZAPAPICO, CARRETILLA, CRIBA, MARTILLO)	HR	120	$25.95	$3,114.00
EQUIPO PARA ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN (MACHETES, HACHA. SIERRA, TIJERAS DE PODA, TIJERAS PARA TALLOS, ESCALERA)	HR	120	$6.72	$806.40
EQUIPO DE MEDICIÓN (CINTA METRICA, FLEXOMETRO, TERMOMETRO, CLINOMETRO, ALTIMETRO, DISTANCIOMETRO)	HR	120	$16.58	$1,989.60
GPS MARCA GARMIN MODELO ETREX20	HR	78	$27.54	$2,148.12
KIT ATMOSFERICO (CALIDAD DEL AIRE)	HR	63	$26.77	$1,686.51
EQUIPO DE SEGURIDAD (POLINAS, BOTAS Y GUANTES)	HR	505	$17.46	$8,817.30
SANITARIO PORTATIL	HR	120	$29.84	$3,580.80
TOTAL, EQUIPO Y HERRAMIENTA				**$146,475.98**
TOTAL, GENERAL				**$746,088.28**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

COSTO GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE TODOS LOS PROGRAMAS.

En resumen, el costo general para la implementación de todas las medidas de mitigación es de **$3,851,046.75** (Tres millones ochocientos cincuenta y un mil cuarenta y seis 75/100 MN.):

Tabla. 11 Desglose de los costos totales por programa

Descripción	Total
Programa de Rescate y Reubicación de Flora	$1,099,364.66
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	$993,341.08
Programa de Restauración Forestal, de Suelos y Cuerpos Hídricos	$1,014,602.35
Programa de Vigilancia Ambiental	$746,088.28
Costo Total	$3,851,046.75

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

CAPÍTULO V FIANZA AMBIENTAL

Alternativas de Instrumentos de Garantía

Diferencias entre Seguros y Fianzas

Los seguros y fianzas presentan diferencias. Los seguros ofrecen dos ventajas, la primera consiste en que los riesgos de ocurrir daños ambientales se minimizan al estar los costos de las primas relacionados directamente con el hecho de que ocurra un daño, en este sentido tienen un efecto ex ante y constituyen un incentivo a prevenir el daño. La segunda ventaja radica en el efecto ex post ya que, ocurrido un daño, el seguro garantiza la indemnización inmediata de la parte afectada y con los recursos de la indemnización es posible financiar los costos de cualquier daño ambiental en el sitio. Con la fianza se garantiza un monto mínimo de recursos destinados a la reparación de un daño o para reponer una obligación ambiental que no haya sido cumplida, efecto ex post.

En el caso de la fianza esta garantiza un monto mínimo de recursos destinados a la reparación de un daño, siempre y cuando el daño haya ocurrido o una obligación ambiental no se haya cumplido. La fianza entonces tiene una desventaja si se compara con el seguro: no establece un sistema de monitoreo que fortalezca los incentivos a no contaminar. Esto agrava ante la dificultad de calcular el monto adecuado de la fianza, por lo que se tiende a subestimar los montos de estas, lo cual implica que el costo de producir un daño ambiental será menor que el beneficio, esto resalta la importancia del sistema de monitoreo que va implícito en todo contrato de aseguramiento (Martínez et al, 2003).

Por lo anterior se presenta esta Propuesta de Adquisición de un Instrumento de Garantía que asegure el debido cumplimiento de todas las medidas de mitigación propuestas para la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular del proyecto:

Marco legal de los seguros y fianzas en la evaluación de impacto ambiental.

De acuerdo con el Artículo 22 de La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se mencionan los instrumentos económicos que funcionan como herramienta en la protección al ambiente, de manera específica en los mecanismos de carácter fiscal, financiero y de mercado mediante las cuales se asumen los costos y beneficios ambientales. Además, en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) en su Capítulo VII se estipulan los criterios que debe utilizar la SEMARNAT respecto a la emisión de las resoluciones sobre la evaluación de impacto ambiental de los proyectos, así como las principales consideraciones que debe tomar esta Secretaría que son:

- Los posibles efectos de las obras a desarrollarse en el o los ecosistemas que se traten;
- La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos y,
- Las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

De esta forma, una vez que la SEMARNAT concluye la evaluación de la manifestación de impacto ambiental, ésta autoriza de manera total o parcial el proyecto de manera condicionada, o en su caso, podrá negar la autorización de acuerdo con las disposiciones de la Fracción III del Artículo 35 de la LGEEPA. En este orden de ideas, las autorizaciones sólo podrán referirse a los aspectos ambientales del proyecto.

En el capítulo VIII del reglamento en materia de impacto ambiental de la LGEEPA hace referencia a los seguros y garantías que la SEMARNAT puede solicitar a los encargados de los proyectos para poder ejecutar sus actividades basándose en el artículo 51, para exigir otorgamiento de seguros y fianzas respecto del cumplimiento de las condicionantes establecidas en las autorizaciones y los artículos 52 y 53 donde se estipula que la SEMARNAT será la encargada de fijar los montos de las coberturas de los seguros y las fianzas de acuerdo con el valor de la reparación de

los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones (Rodríguez, 2003).

Por último, de acuerdo con las disposiciones del Capítulo IX del reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental, la SEMARNAT, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), realizará los actos de inspección y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones en cuanto al desempeño de los proyectos que recibieron la autorización correspondiente, y de igual forma impondrá las medidas de seguridad y sanciones que resulten procedentes.

Tipos de instrumentos financieros de garantía

Seguro

El seguro es un contrato en el que el contratante delega al contratado la responsabilidad de pagar la indemnización correspondiente en caso de que suceda un accidente. El aseguramiento es, teóricamente, factible para cualquier tipo de actividad que desarrollen las personas (Martínez et al, 2003). Sin embargo, para asegurar el riesgo por daño ambiental se presentan algunos obstáculos.

Hay distintos tipos de seguros que una empresa involucrada en la explotación de los recursos naturales o con la posibilidad de dañar el medio ambiente puede contratar. Al menos, son cuatro:

- Seguro para cubrir a terceros por daños que directamente les pudiesen causar las actividades que realizan en la empresa en cuestión.
- Seguro para cubrirse contra las eventualidades que causen eventos catastróficos; es decir, este seguro cubre los riesgos de que el medio ambiente les afecte.
- Seguro que cubra el riesgo de tener pérdidas por incumplimiento de contrato debido a eventualidades no previstas.
- Seguro que cubra el riesgo de que la empresa afecte o dañe el medio ambiente.

Los seguros que cubren el riesgo de dañar el medio ambiente establecen incentivos para explotar los recursos naturales tomando mayores precauciones encaminadas a no dañar el medio ambiente. Estos seguros, generalmente, son adquiridos como consecuencia de la existencia de leyes de responsabilidad ambiental. Este tipo de aseguramiento ofrece la oportunidad de lograr que los agentes tomen medidas para no dañar el medio ambiente, haciéndolos responsables de las consecuencias de las actividades contaminantes. Al contratar un seguro contra daños ambientales, los agentes asumen los riesgos de dañar el medio ambiente y, a la vez, contratan un guardián que está interesado en que no haya contaminación.

Fianza

La fianza es depositada como garantía de cumplimiento de compromisos adquiridos. Si el depositante de la fianza cumple con sus obligaciones, el dinero le es devuelto; en caso contrario, el dinero sirve como compensación por el incumplimiento (Martinez et al, 2003).

Resulta ser una garantía que busca asegurar el cumplimiento de una obligación, sin embargo, es un término, ambiguo, al hacer una referencia entre una garantía personal y una garantía real. En la primera de ellas, manifiesta la existencia de un Acreedor y Deudor, personas directamente entre ligadas en la obligación, una relación contra actual, cualquier que fuere el caso, y la existencia de una tercera persona ajena a la deuda, o a la obligación denominada en este caso fiador, persona que se constituya en la obligación de la cumplimentación de ésta en caso de que la persona obligada directamente a ello, como lo es el deudor, no quiera o no pueda cumplir o satisfacerla, y bajo esta misma tesitura en estricto sentido y en términos jurídicos es la exhibición de una cantidad de dinero, cierto, líquido y exigible, derivada de un contrato, como garantía de ciertas obligaciones a cumplir, establecidas y ejecutadas por la legislación de los estados y del Código Civil Federal, legislación de ocupación supletoria a las legislaciones estatales; es menester mencionar que

la fianza se otorga únicamente con la preexistencia de una obligación válida, nacida de la Ley o de la voluntad de los consortes y demás partes.

En el régimen legal, la fianza, es por lo común, el resultado de la libre contratación de las partes, pero a veces, ésta es impuesta por la ley, la primera se llama fianza convencional, la segunda legal o judicial y la aceptación del fiador no le corresponde al acreedor sino al juez. De acuerdo con la obligación que es garantizada, las fianzas de manera general se clasifican en los siguientes ramos:

Tabla. 12 Tipos de fianza y descripción

Tipo de fianza	Descripción
Fianzas Convencionales	Es la fianza simple y solidaria.
Fianza Mercantil	Es siempre solidaria
Fianza Civil y Comercial	La que imparte comercio
Fianzas de Fidelidad	Las que garantizan el resarcimiento del daño que cause un empleado por la comisión de un delito.
Fianzas Judiciales	Garantizan el cumplimiento de los deberes y obligaciones de actos de particulares o del sector público dentro de un procedimiento judicial o derivado de resoluciones judiciales
Fianzas Generales o Administrativas	Son aquéllas que se encargan de garantizar el cumplimiento de obligaciones generales emanadas de un contrato entre dos partes, y que no sea posible identificar dentro de los ramos de Fidelidad, de Judiciales o de Crédito.
Fianzas de Crédito	Constituyen el instrumento operativo y legal que garantiza la obligación de pago de recursos monetarios de compromisos crediticios.

Ante lo expuesto la fianza funciona como garantía de cumplimiento de una obligación jurídica de contenido económico, que cubre el monto que dejase de cumplir un deudor para con un acreedor y donde el incumplimiento usualmente es por un acto de voluntad de una de las partes involucradas. Las fianzas pretenden complementar (o sustituir) el papel que tiene la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) a efecto de velar por el cumplimiento de la normatividad, en este caso el cumplimiento estricto de las condicionantes en materia de impacto ambiental, de tal forma que las fianzas le han servido para poder asegurar de una manera indirecta, el cumplimiento de las obligaciones a cargo de los particulares para llevar a cabo las acciones de restauración y/o compensación de daños ambientales causados a los ecosistemas.

Estimación del monto del instrumento de garantía

Criterios adicionales y monto de garantía

La estimación de los instrumentos financieros, sean en modalidad de fianza o seguro, deben adoptar criterios adicionales que permitan aterrizar valores reales con base en factores de riesgo, reparación y pérdidas calculadas:

- Factores de riesgo
- Valor de reparación de los daños en caso de incumplimiento de los términos y condicionantes derivados del resolutivo a la Manifestación de Impacto Ambiental.
- Pérdida calculada en función de la depredación económica del bien agredido o del costo real de reparación del daño.

Con base en estas consideraciones adicionales y los términos de referencia máximos y mínimos, se considera que el valor inferior que podría alcanzar la fianza o el seguro corresponde al 10% de la inversión requerida para el proyecto, ya que este que es el valor estandarizado mínimo asignado para la mitigación; mientras que como referencia máxima se considera el total estimado para la aplicación de los programas ambientales propuestos. Considerando lo anterior las referencias máximas y mínimas son:

Valor mínimo = $3,853,396.37

Considerado que el instrumento con mayor viabilidad a implementar, es una fianza y que ésta se fijará en función de cubrir el costo mínimo asignado para la implementación de las medidas de mitigación y compensación adicionando una cantidad que funja como fondo del 2% adicional para cubrir daños ambientales que se pudieran generar de manera imprevista o medidas de mitigación adicionales que no hubiesen sido consideradas durante la evaluación de la MIA-P, se estima que el valor monetario que deberá cubrir el instrumento de garantía en modalidad de fianza, ascendería a **$3,930,464.30**

Considerando que el objeto de la garantía es el aseguramiento de las obras y actividades de mitigación, compensación y protección ambiental, valorando además los costos descritos anteriormente y atendiendo lo dispuesto por el artículo 52, párrafo segundo, del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se propone:

Tabla. 13 Propuesta de instrumento de garantía

Concepto:	Cumplimiento
Costo total de las medidas	**$3,853,396.37**
+ 2% daños imprevistos	**$77,067,37**
Monto del contrato o Monto de cobertura	**$3,930,464.30**
Tipo de garantía:	Contrato de fianza
Factor de afianzamiento:	10%
Monto de afianzamiento	**$393,046.43**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En función del valor anterior y considerando un periodo de preparación del sitio y construcción de 5 años. Se proponen los siguientes montos anuales para la fianza ambiental, donde se considera el valor de la inflación a lo largo del tiempo. Considerando un factor de afianzamiento del 10% se calcula que el monto de afianzamiento es de:
$497,368.49

Tabla. 14 Estimación anual del valor de la fianza ambiental

Año	Monto de la Fianza	% inflación
1	$78,609.29	3.79%
2	$81,588.58	3.02%
3	$84,052.56	3.01%
4	$86,582.54	3.01%
5	$89,188.67	3.01%

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El costo de una fianza es conforme a la prima que tenga la Institución de Fianzas asignada a la obligación, garantizar el

En términos generales, la finalidad del sistema de responsabilidades es indemnizar al perjudicado, obligando a que el responsable del daño pague los costos de cualquier pérdida que sea consecuencia de éste. Siendo el caso del perjudicado el sitio y su entorno desde la perspectiva ambiental, y en última instancia la sociedad.

Por ello, la presente propuesta de adquisición de un instrumento de garantía parte de la información que arrojaron los respectivos estudios y es resultado del análisis de los escenarios de riesgo a la ocurrencia de daño ambiental y medidas preventivas contenidas en la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto. Quedando así garantizada la recuperación ambiental en la eventualidad de producirse daño ambiental, en cuyo caso el instrumento de garantía se utiliza para restaurar el sitio perjudicado de manera que recupere las características anteriores al daño.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

El monto del instrumento de garantía se basa en dos factores principales:
El instrumento de garantía debe considera el valor mercantil asociado a los bienes naturales, y al valor total del proyecto. De acuerdo a la recomendación internacional que considera que a pesar de ser deseable que el impacto ambiental y la contaminación se reduzca a cero o que los productos y servicios ambientales permanezcan inalterados, se debe reconocer que la eliminación de la contaminación e impactos por encima de ciertos niveles, supone costos muy elevados así como dificultades técnicas, y el esfuerzo de cero contaminación o descontaminación total supone el no aprovechar las capacidades naturales de asimilación y/o regeneración de los elementos afectados que posee el medio ambiente, con lo que se incurre en un costo no sustentable, excesivo o bien, innecesario.
El valor del proyecto servirá como término de referencia para establecer el valor máximo que deba alcanzar el seguro o la fianza durante todas las etapas del proyecto, de acuerdo con lo establecido en la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**

Bibliografía

- Andrade, R. R. E. (2008). Introducción al análisis económico de los recursos naturales y del ambiente. Universidad Autónoma de Baja California.
- Boada Muñoz, E. C. (2016). Seguros ambientales. Un análisis comparativo de la legislación y portafolios en Colombia, Brasil, México y Argentina.
- Boada Muñoz, E. C. (2016). Seguros ambientales. Un análisis comparativo de la legislación y portafolios en Colombia, Brasil, México y Argentina.
- DESVOUGES, W. H., et al. (1992). "Benefit transfer: Conceptual problems in estimating water quality benefits using existing studies". Water Resources Research, 28(3). p. 675-683.
- López, T. G. (2016). BASES JURÍDICAS PARA EL USO DE INSTRUMENTOS ECONÓMICOS EN LAS POLÍTICAS AMBIENTALES MUNICIPALES EN MÉXICO. Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, 12(24), 11-31.
- Martínez, J. A., MARTÍNEZ, J. E., ZUBEROGOITIA, I., GARCÍA, J. T., CARBONELL, R., DE LUCAS, M., & DÍAZ, M. (2003). La evaluación de impacto ambiental sobre las poblaciones de aves rapaces: problemas de ejecución y posibles soluciones. Ardeola, 50(1), 85-102.Osorio Múnera, J. D., & Correa Restrepo, F. (2004). Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación. Semestre económico, 7(13)
- Torres, G. (2008). Seguros Ambientales: Análisis De Su Reciente Reglamentación. Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social, (5).

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 4
DEFINICIONES 4
OBJETIVOS 6
Objetivo general 6
Objetivos específicos 6
ALCANCE 6
ANTECEDENTES 7
UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO Y DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 8
Descripción del proyecto 8
Ubicación física 8
Características constructivas 11
Programa de trabajo de la obra 12
CARACTERIZACIÓN DE la re 15
Caracterización de los factores abióticos 15
TÉCNICAS DE RESCATE 39
Descripción de las actividades de rescate 39
Metodología de rescate 41
Trasplante 42
Plantación 42
Especies que se propagarán por semilla 43
Planificación de la recolección de semillas 43
Identificación y evaluación de poblaciones para la recolección de semillas 46
Evaluación del estado de dispersión de las semillas 47
Evaluación de la calidad física de las semillas 48
Evaluación de la cantidad de semillas disponibles 48
Recolección de semillas 49
VIVERO TEMPORAL 51
Semillero 54
Área de envasado o bancos de tierra 54
Malla sombra 55
Lotes de crecimiento 55
Bodega 55
Ubicación del vivero 55
MÉTODO DE REUBICACIÓN O REINTRODUCCIÓN 58
Indicadores del resultado del Rescate y Trasplante 58

Selección de sitios de reubicación de ejemplares de especies de flora rescatados 60
Acciones emergentes 61
Monitoreo del rescate y reubicación in situ 62
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y ACCIONES A DESARROLLAR 64
MEDIDAS DE MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN ADICIONALES DE LOS POSIBLES IMPACTOS ORIGINADOS POR LA AMPLIACIÓN DE LAS ACCIONES DE DICHO PROGRAMA 66
Responsable de ejecutar las acciones 66
Otras consideraciones 66
ESTIMACIÓN DE COSTO PARA LA INSTRUMENTACIÓN DEL PRESENTE PROGRAMA 67
BIBLIOGRAFÍA 69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1 Coordenadas de los cadenamientos principales del eje 11
Tabla. 2 Cadenamientos del proyecto 11
Tabla. 3 Características del puente 11
Tabla. 4 Programa de actividades de la obra 13
Tabla. 5 Características del RE 15
Tabla. 6 Uso de suelo y vegetación en el RE de acuerdo con la Serie VII de INEGI 21
Tabla. 7 Uso de suelo y vegetación en el RE observado en campo 21
Tabla. 8 Sitios de muestreo de flora. 21
Tabla. 9 Sitios de muestreo de flora. 22
Tabla. 10 Uso de suelo y vegetación en la RE observado en campo 26
Tabla. 11 Resumen del muestreo realizado 35
Tabla. 12 Especie a remover por la ejecución del proyecto 35
Tabla. 13 total de especies por estrato de flora que serán sujetos a remoción 35
Tabla. 14 Clasificación del estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 37
Tabla. 15 Formato de registro de ejemplares a ser recatados. 40
Tabla. 16 Materiales y equipos para recolección 46
Tabla. 17 Importancia de la cantidad de semillas viables por muestra requeridas para distintos fines 49
Tabla. 18 especies que se sugiere sean recolectadas semillas para su posterior propagación. 51
Tabla. 19 formato para el registro de los datos en la etapa de monitoreo y seguimiento de las especies rescatadas 59
Tabla. 20 Condiciones de la planta 59
Tabla. 21 Daños de la planta 59
Tabla. 22 vigor de las plantas 60
Tabla. 23 Indicadores de cumplimiento 63
Tabla. 24 Programa de actividades y acciones a desarrollar. 65
Tabla. 25 Estimación de costos para la ejecución del rescate y reubicación de flora. 67

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen. 1 Localización del proyecto 9
Imagen. 2 Vista satelital del proyecto 9
Imagen. 3 Topográfico del proyecto 10
Imagen. 4 vías de acceso del proyecto 10
Imagen. 5 Sección tipo actual del proyecto 12

Imagen. 6 Usos de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII (2018) 19
Imagen. 7 Uso de suelo y vegetación ajustado a lo observado en campo 20
Imagen. 8 Forma y tamaño de los sitios de muestreo 22
Imagen. 9 Sitios de Muestreo de Flora en la RE 24
Imagen. 10 Sitios de Muestreo de Flora en Área del proyecto y área de influencia 25
Imagen. 11 Afectación del puente 36
Imagen. 12 Ubicación del vivero temporal 53
Imagen. 13 Áreas propuestas para reubicación de especies rescatadas 61

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía. 1 Obtención de datos dasométricos 23
Fotografía. 2 Uso de dron para prospección de campo 23
Fotografía. 3 Pastizal inducido en el área del proyecto. 27
Fotografía. 4 Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en la RE 29
Fotografía. 5 Agricultura de temporal anual en la RE. 30
Fotografía. 6 Asentamientos humanos en la RE. 31
Fotografía. 7 Condiciones ambientales de la flora en donde se ejecutará el proyecto 32

INTRODUCCIÓN

Debido a la diversidad biológica presente en el área donde se realizará el proyecto y como parte del Programa de Manejo y Monitoreo Ambiental para el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**, se integra este programa que tiene como objetivo fundamental preservar la diversidad florística existente en el área del proyecto.

Las acciones de Protección y Conservación de flora silvestre tienen como fundamento las medidas de prevención y mitigación propuestas en la MIA-P, así como los términos y condicionantes establecidos hacia los impactos ambientales que se presenten durante la realización del proyecto, los cuales se desarrollan mediante estrategias para la conservación de los recursos naturales, especialmente florísticos, por lo que es necesario elaborar e instrumentar un programa de rescate, protección y conservación de la flora.

En este sentido, el término "rescate" se deberá entender como la acción de liberar a un organismo de alguna amenaza y devolverlo al lugar de donde fue extraído o algún sitio que presente condiciones similares. Protección, se refiere a preservar los hábitat naturales y ecosistemas frágiles de alteración, además de aprovechar de manera racional y sostenidamente los recursos naturales; salvaguardando la diversidad genética de las especies, particularmente las endémicas, amenazadas y en peligro de extinción (SEMARNAT, 2002); mientras que la "conservación", es un término que se emplea para denominar todas las actividades que ayuden a mantener la calidad y cantidad de los recursos naturales (Gutiérrez *et al.,* 1993). Finalmente, el concepto de "manejo", refiriéndose éste a los métodos y técnicas que permitan manipular a los individuos de plantas que tengan que ser rescatados, conservados o protegidos.

En el presente documento se establecerán las estrategias necesarias para llevar a cabo correctamente el manejo de los individuos de la flora que pudieran ser afectados por las diferentes actividades realizadas durante el proyecto en sus 32.5 km de longitud y derecho de vía, con la finalidad de reducir el impacto del desmonte mediante la colecta de semillas, propágulos, propagación de especies de rápido crecimiento en vivero, y reubicación de ejemplares completos de distintas especies, en especial aquellas que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de considerar aquellas especies que presenten algún valor ecológico, cultural o económico, o considerados componentes básicos del tipo de las comunidades afectadas donde se realizará el proyecto, con la finalidad de minimizar la pérdida de cobertura vegetal. Con las plantas rescatadas y las propagadas en vivero, se llevarán a cabo las acciones de reforestación de acuerdo con el Programa de Reforestación.

Se espera que la ejecución de este programa sea una medida eficaz para la conservación de la diversidad vegetal de la región y que promueva la permanencia de hábitat de flora silvestre.

DEFINICIONES

Conservación. Es un término que se emplea para denominar todas las actividades que ayuden a mantener la calidad y cantidad de los recursos naturales (Gutiérrez et al., 1993).

Deforestación. Pérdida de la vegetación forestal en forma permanente, por causas inducidas o naturales.

Degradación. Proceso de disminución de la capacidad de los ecosistemas forestales para brindar servicios ambientales, así como capacidad productiva.

Degradación. Proceso de disminución de la capacidad de los suelos y ecosistemas forestales para brindar servicios ambientales, así como de su capacidad productiva.

Germoplasma Forestal. Es el elemento de los recursos genéticos que maneja la variabilidad genética, entre ellos el polen, semillas y partes vegetativas.

Manejo. Se refiere a los métodos y técnicas que permitan manipular a los individuos de plantas que tengan que ser rescatados, conservados o protegidos.

Plantación forestal comercial. Es el cultivo de especies forestales establecidas en terrenos temporalmente forestales o preferentemente forestales, con propósitos mercantiles.

Protección. Se refiere a preservar los hábitats naturales y ecosistemas frágiles de alteración, además de aprovechar de manera racional y sostenidamente los recursos naturales; salvaguardando la diversidad genética de las especies, particularmente las endémicas, amenazadas y en peligro de extinción.

Recursos forestales. La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales.

Reforestación. Establecimiento de especies forestales en terrenos forestales.

Rescate. Se deberá entender como la acción de liberar a un organismo de alguna amenaza y devolverlo al lugar de donde fue extraído o algún sitio que presente condiciones similares.

Vegetación exótica. Conjunto de plantas arbóreas, arbustivas o crasas ajenas a los ecosistemas naturales.

Vegetación forestal. El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.
Vivero forestal. Sitio que cuenta con un conjunto de instalaciones, equipo, herramientas e insumos, en el cual se aplican técnicas apropiadas para la producción de plántulas forestales con talla y calidad apropiada según la especie, para su plantación en un lugar definitivo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Establecer las técnicas metodológicas para el manejo adecuado de flora durante las actividades de rescate y reubicación para las actividades asociadas al proyecto **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**, para mitigar y/o compensar el daño a la flora de las áreas de afectación de dicho proyecto, esto con el afán de incentivar la conservación de la vegetación nativa en la zona del proyecto y su Región Ecológica.

Objetivos específicos

- Identificar las especies que se verán afectas por el proyecto, haciendo énfasis en aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Determinar los criterios que se deberán tomar en cuenta para la selección de especies por rescatar y en su caso por reubicar.
- Seleccionar las especies que estarán sujetas a rescate y reubicación.
- Caracterizar las zonas del proyecto que tendrán afectación directa sobre la vegetación.
- Establecer los indicadores de evaluación y seguimiento del programa.
- Desarrollar estrategias para evitar el deterioro de la vegetación aún existente en el derecho de vía.
- Proponer acciones emergentes cuando la sobrevivencia de los ejemplares sea menor al 80% de individuos, considerando un período de seguimiento de por lo menos tres años.
- Estimar los costos vinculados con la ejecución del presente programa.
- Programar las actividades asociadas al rescate y reubicación de flora

ALCANCE

- Integración del documento técnico, que comprenda los criterios, metodologías y procedimientos que deberán ser instrumentados, para llevar a cabo en forma correcta, las Acciones Protección y Conservación de Especies de Flora, congruente a los impactos que en específico fueron evaluados para el proyecto **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**
- Identificación y censo de las especies de flora silvestre, que considerando su importancia biológica dentro de los tipos de vegetación a las que pertenecen, pueden ser susceptibles de protegerse y conservarse, independientemente de estar o no listadas en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Justificación de las técnicas seleccionadas para realizar el rescate por especies. En caso de que no sea factible conservar la totalidad del individuo deberá de contemplarse el rescate de parte de ellos (frutos, semillas, esquejes, hijuelos) para su posterior desarrollo en un vivero temporal y ulterior plantación en las áreas destinadas a la revegetación de la franja del derecho de vía del proyecto y/o sitios que así lo ameriten.
- Para aquellas especies de vegetación que sean rescatadas deberá considerar que su trasplante se ubique dentro del área de influencia del proyecto, de tal forma que se garantice que las características de dichos sitios presenten condiciones similares de donde fueron rescatadas. El principal indicador de éxito será la sobrevivencia de los individuos rescatados y trasplantados.
- Propuesta de acciones para el albergue temporal y control del número total de los ejemplares que se vayan rescatando y que requieren ser mantenidos bajo cuidados antes de su plantación final.

- Acciones emergentes cuando la sobrevivencia de los ejemplares sea menor al 85% del total de los individuos, con base en los datos obtenidos en la identificación, censo y las técnicas para el rescate, considerando un período de seguimiento de 5 años.
- Calendarización de actividades y acciones a desarrollar.
- Medidas de mitigación o compensación adicionales derivadas de los posibles impactos originados por la aplicación de las acciones de dicho programa.

ANTECEDENTES

Para nuestro país la infraestructura carretera representa parte importante en su desarrollo debido a que por ellas se desplaza el 98% de los pasajeros y alrededor del 80 % de la carga de nuestro país, situación que deja al descubierto la importancia comercial que este tipo de infraestructura tiene para el país (SCT, 2009). México es un país con alto potencial de desarrollo por su riqueza en recursos naturales, sin embargo, para poder explotarlo se necesita contar con infraestructura carretera que cumpla con las especificaciones y necesidades que se demandan para poder alcanzar los objetivos como nación en desarrollo.

La infraestructura vial es uno de los pilares de crecimiento y desarrollo sostenible del país, son considerados obras que representan un beneficio social y económico para las regiones y mejoran la calidad de vida de sus habitantes, en la actualidad existe una dicotomía en la opinión que suscitan las carreteras; por un lado se identifica con el progreso económico y por otro son percibidas como una agresión al paisaje y al ambiente ya que modifican, en ocasiones irreversiblemente, el medio natural; por lo que, con el afán de disminuir y mitigar esos impactos causados por el emplazamiento de obras viales es necesario implementar acciones de mitigación y compensación que ayuden a la recuperación de áreas afectadas y de sus componentes bióticos y abióticos como parte de un sistema.

La importancia de esta infraestructura representa un beneficio tanto social como económico para las regiones, pues se ve reflejado en el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, pues se interconectan ciudades permitiendo el comercio, además de dotar al país de un sistema carretero eficaz, seguro y respetuoso del medio ambiente.

La construcción del puente tiene como objetivo principal incrementar el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías; con la construcción de esta obra se conseguirá aumentar la capacidad de circulación que se tiene actualmente entre las localidades con otros núcleos urbanos importantes, así como con áreas rurales.

UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO Y DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

Descripción del proyecto

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del centro SICT Oaxaca, tiene contemplada, la construcción del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.** Consistirá en una superestructura formada por una losa de concreto reforzado de 5 cm de espesor, colada en el sitio, con un ancho de corona de 9.0 metros y un ancho de calzada de 7.0 metros, apoyada por 5 trabes AASHTO V y con un claro de 35 metros y soportada en sus extremos sobre apoyos de neopreno ASTM D2240 , además se considera la modernización de sus dos accesos que cumplen con la normativa de un puente y no de una carretera, donde dicha estructura permitirá el cruce del cauce y el paso a dos vehículos a la vez.

Ubicación física

El proyecto se localiza en el Estado de estado de Oaxaca, el cual se encuentra al sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km^2, cifra que representa el 4.8 % del total del territorio de la República Mexicana.

Así mismo el proyecto se localiza dentro del municipio:

- San Antonino Monteverde: Se localiza Entre los paralelos 17°27' y 17°36' de latitud norte; los meridianos 97°41' y 97°49' de longitud oeste; altitud entre 1 800 y 3 300 m. Colinda al norte con los municipios de Tezoatlán de Segura y Luna y Villa Chilapa de Díaz; al este con los municipios de Villa Chilapa de Díaz, San Sebastián Nicananduta y San Pedro Mártir Yucuxaco; al sur con los municipios de San Pedro Mártir Yucuxaco y San Juan Ñumí; al oeste con los municipios de San Juan Ñumí y Tezoatlán de Segura y Luna. Ocupa el 0.12% de la superficie del estado.

En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto respecto a los distintos órdenes de gobierno.

Imagen. 1 Localización del proyecto



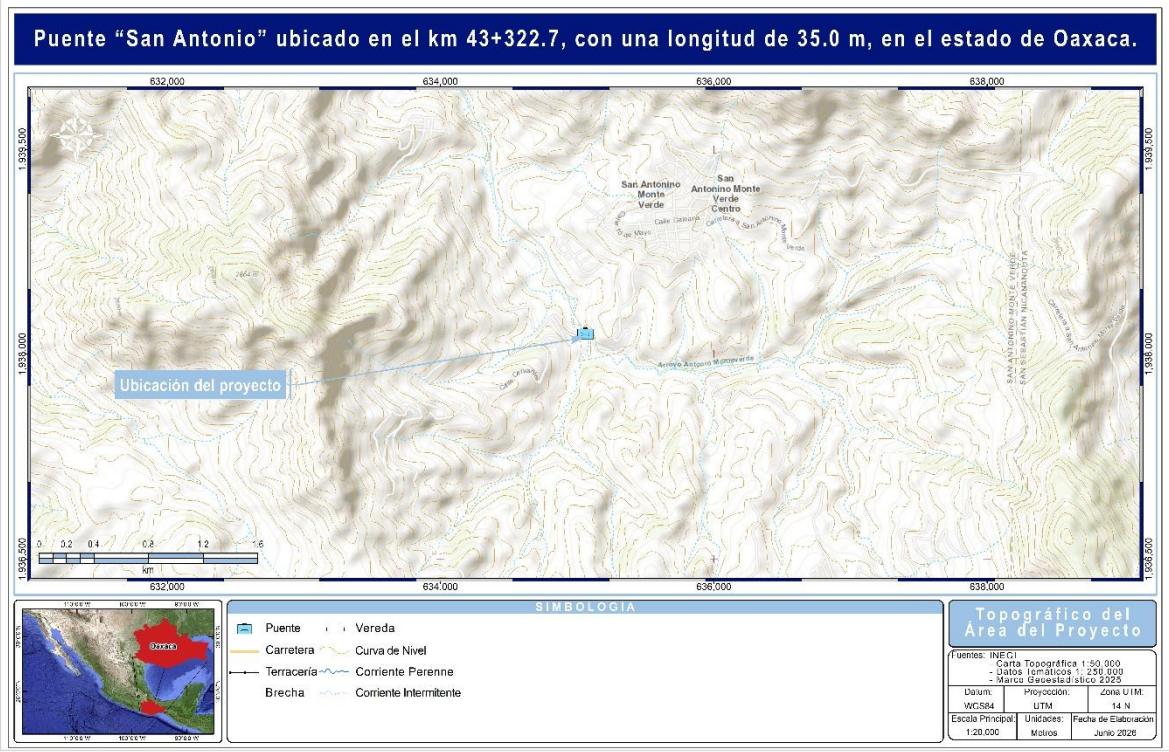
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 2 Vista satelital del proyecto



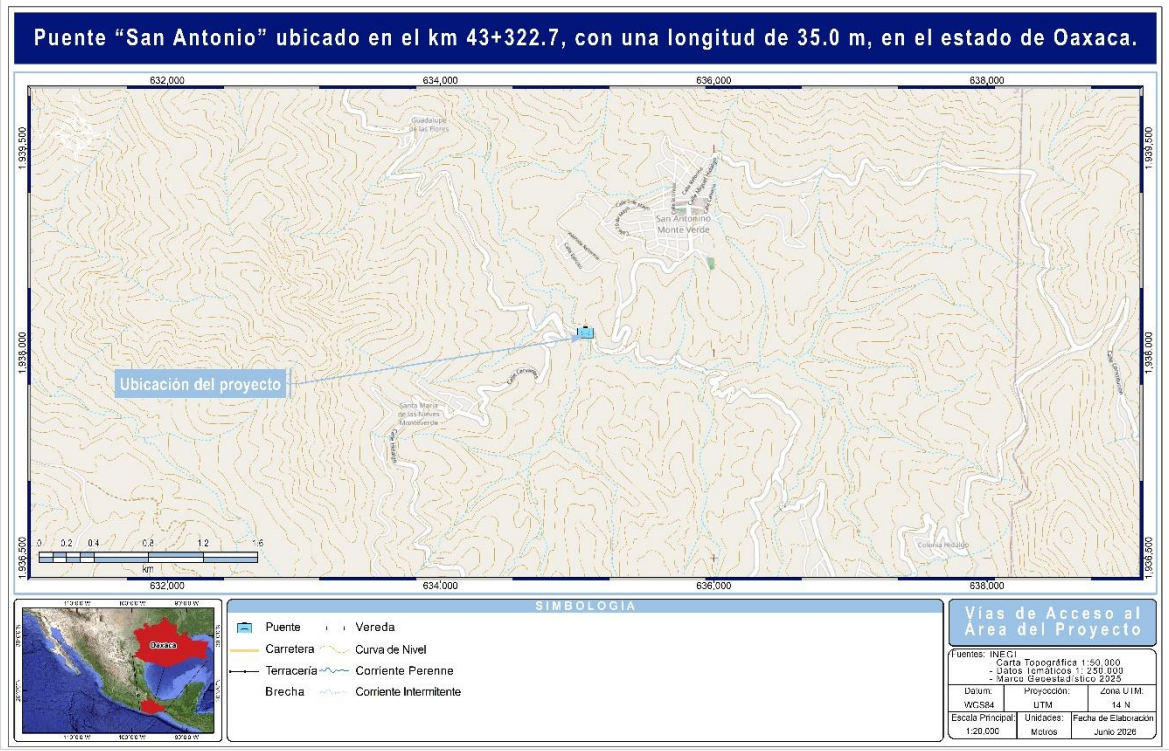
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 3 Topográfico del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 4 vías de acceso del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El proyecto consiste en la construcción de un puente para librar las aguas del "Rio San Antonio", la estructura tiene una longitud de 35.00 metros y cuenta con 1 claro, adicionalmente se consideran accesos por cada lado del proyecto, el acceso 1 (norte) el cual conecta con la Ciudad de Huajuapan de León, tiene una longitud de 40

metros, y el acceso 2 (sur) de 40 metros que comunicará con la cabecera municipal de San Antonino Monteverde, la longitud total del proyecto es de 115.00 metros, a continuación, se presentan loa principales cadenamientos de los elementos que integran el proyecto calculadas con el Datum WGS84 zona 14N.

Tabla. 1 Coordenadas de los cadenamientos principales del eje

Cadenamiento	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
42+265.29	635,008.93	1,938,148.71	-097° 43' 41.24"	+17° 31' 32.04"
42+285.29	635,028.84	1,938,147.33	-097° 43' 40.56"	+17° 31' 31.99"
42+305.29	**635,048.84**	**1,938,147.67**	**-097° 43' 39.89"**	**+17° 31' 32.0"**
42+325.29	635,068.83	1,938,148.01	-097° 43' 39.21"	+17° 31' 32.01"
42+340.29	**635,084.56**	**1,938,148.28**	**-097° 43' 38.68"**	**+17° 31' 32.01"**
42+345.29	635,088.83	1,938,148.35	-097° 43' 38.53"	+17° 31' 32.01"
42+365.29	635,108.70	1,938,147.19	-097° 43' 37.86"	+17° 31' 31.97"
42+380.29	635,122.07	1,938,139.21	-097° 43' 37.41"	+17° 31' 31.71"

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla. 2 Cadenamientos del proyecto

Acceso 1 (incluye losa de acceso de 6.2 m de largo)		Estructura		Acceso 2 (incluye losa de acceso de 6.2 m de largo)	
40.00 Metros		35.00 Metros		40.00 Metros	
42+265.29	42+305.29	42+305.29	42+340.29	42+340.29	42+380.29

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Características constructivas

El proyecto quedará clasificado como un puente más accesos, al cual se le denominará Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca. Consistirá en una superestructura formada de 1 claro de 35 metros, más dos accesos, el acceso 1 de 40 m y el acceso 2 de 40 m, para una longitud total del proyecto de 115 m. La estructura proyectada busca librar la corriente del Río San Antonio. A continuación, se presentan las especificaciones generales del proyecto.

Es importante mencionar que para el cálculo de todas las superficies y coordenadas se utilizaron los softwares: ArcMap 10.8, AutoCAD MAP 3D 2024, QGis 3.40.8 y Google Earth.

Tabla. 3 Características del puente

Especificaciones geométricas	Unidad
Cadenamientos:	
Inicio (km x+xxx)	42+265.29
Final (km x+xxx)	42+380.29
Longitud total	115.00 Metros
Longitud estructura	35.00 Metros
Ancho total de la estructura	9.00 Metros
Ancho de calzada	7.00 Metros
Espesor de la losa	20 cm
Espesor de la carpeta	4 cm
Tipo y número de trabes	AASHTO V, 5 trabes
Altura	Mínima=2119.86
	Máxima=2126.70
Número y longitud de accesos	2 de 40.00 metros

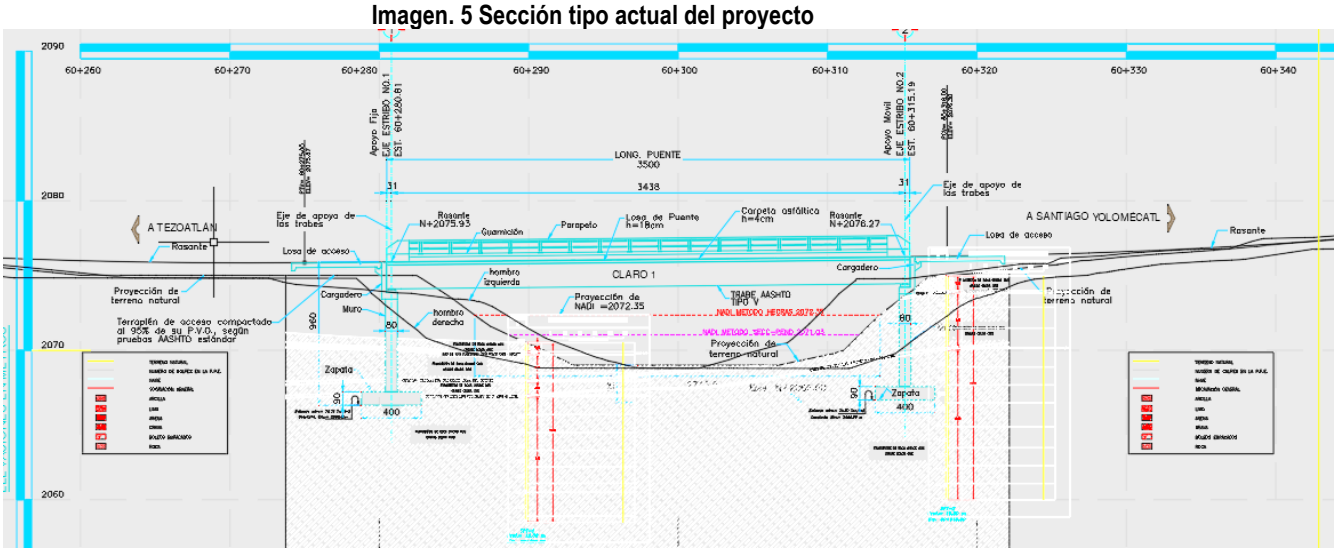
Número y ancho de claros	1 de 9.00 Metros de ancho y 35.00 metros de longitud
Gálibo	3.58 Metros
número y ancho de carriles	2 de 3.5 metros
Parapeto	Dos de 0.75 metros
Banqueta	Dos de 0.25 metros
Superficie de afectación*	536 m²
Superficie de desplante del proyecto (accesos, terraplenes y estructura) *	1,397 m²
Superficie de desplante más obras temporales y/o actividades provisionales*	2,258 m²
Superficie de Obras temporales y/o actividades provisionales*	861 m²
Diseño hidráulico de un puente considerando los parámetros hidráulicos	
Período de retorno	50 años
Gasto de diseño	204.84 m3/s
Nivel de aguas mínimas (Namin)	2112.58 Metros
Nivel de aguas máxima extraordinarias (NAME)	2115.80 Metros
Superficie de incidencia en zona federal*	296.98 m2

* La superficie reportada corresponde al área obtenida a partir del polígono georreferenciado del proyecto generado y verificado mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando los softwares ArcMap 10.8, AutoCAD MAP 3D 2024, QGIS 4.0 y Google Earth para el cálculo y validación de las superficies y coordenadas del proyecto. En consecuencia, la superficie reportada refleja la geometría real de la obra y puede diferir del resultado obtenido mediante la multiplicación del ancho nominal de calzada por la longitud total, debido a las variaciones geométricas propias del diseño, las transiciones en el trazo y las condiciones físicas existentes a lo largo del proyecto.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En la siguiente imagen se muestra la sección lateral del puente proyectado

Imagen. 5 Sección tipo actual del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Programa de trabajo de la obra

En la siguiente tabla se presenta el programa general de trabajo que incluye las actividades previas y las de construcción del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**. Las operaciones de mantenimiento y conservación del puente se llevarán a cabo a lo largo de su vida útil, de lo cual se encargará la dependencia que sea responsable de mantenimiento de este. Así mismo, por ser una vía de comunicación, no se tiene contemplado el abandono de la obra. .

Tabla. 4 Programa de actividades de la obra

ACTIVIDAD	AÑO 1 MESES						AÑO 2 TRIMESTRE				AÑO 3 TRIMESTRE				AÑO 4 TRIMESTRE				AÑO 5 TRIMESTRE				AÑO 6 TRIMESTRE			
	2	4	6	8	10	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTOS																										
Licitación y Adjudicación de la obra	x	x																								
Trámites y permisos	x	x																								
Asignación de los recursos presupuestales.	x	x																								
ACTIVIDADES PREVIAS																										
Proyecto Ejecutivo		x																								
Estudios geotécnicos, levantamiento topográfico, estudio de bancos de materiales		x																								
Medidas de prevención			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de mitigación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de compensación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PREPARACIÓN DEL SITIO																										
Instalación de taller y bodega			x																							
Colocación de señalamientos de obra			x																							
Trazo y nivelación				x	x	x																				
Deshierbe, despalme de terreno y demolición estructura existente				x	x	x																				
Limpieza del terreno			x																							
CONSTRUCCIÓN																										
Excavación para estructuras							x	x	x	x	x	x														
Concreto hidráulico en plantilla para desplante de estribos y pilas.										x	x	x	x	x	x											
Concreto hidráulico en cuerpo de pilas, estribos y aleros.											x	x	x	x	x	x										
Concreto hidráulico: En coronas de estribos y pilas, así como en pantallas laterales, topes antisísmicos y bancos de apoyo de estribos y pilas.														x	x	x										
Concreto hidráulico: En diafragmas, en pre-losas de superestructura, en losas de superestructura																	x	x	x							
Concreto hidráulico: En banquetas de camellón central.																				x	x	x	x	x		
Concreto asfáltico en carpeta.																								x	x	
SEÑALAMIENTOS																										
Retiro de señalamiento preventivo de obra																				x	x	x	x	x		
Colocación de señalamientos definitivos.																									x	x
Limpieza de la obra																									x	x
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																										

ACTIVIDAD	AÑO 1 MESES						AÑO 2 TRIMESTRE				AÑO 3 TRIMESTRE				AÑO 4 TRIMESTRE				AÑO 5 TRIMESTRE				AÑO 6 TRIMESTRE			
	2	4	6	8	10	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Circulación de vehículos automotores: Al término de la obra y por toda la vida útil del proyecto																										
Inspección y Evaluación: Previo a cualquier acción de mantenimiento, se realizarán inspecciones visuales y técnicas siguiendo los criterios del Manual de Inspección de Puente SICT y el AASHTO Bridge Inspección Manual para determinar un mantenimiento rutinario o preventivo																										
Mantenimiento y conservación de los puentes: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto correspondiente a la secretaria de comunicaciones y transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																										
Mantenimiento a obras complementarias y señalización: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto, correspondiéndole a la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																										

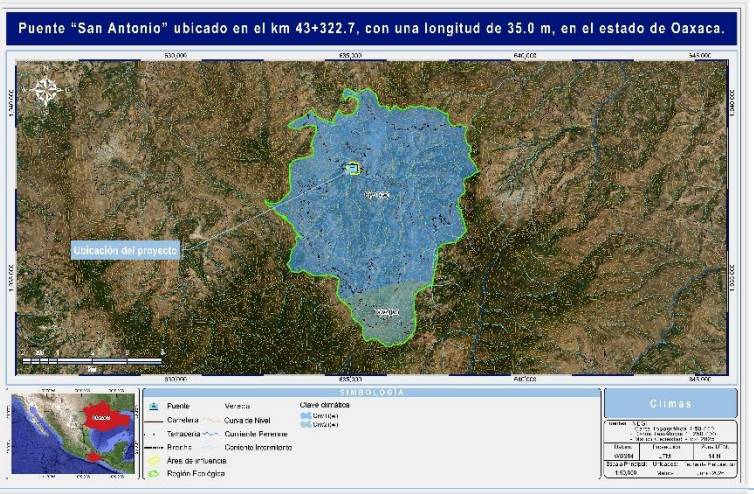
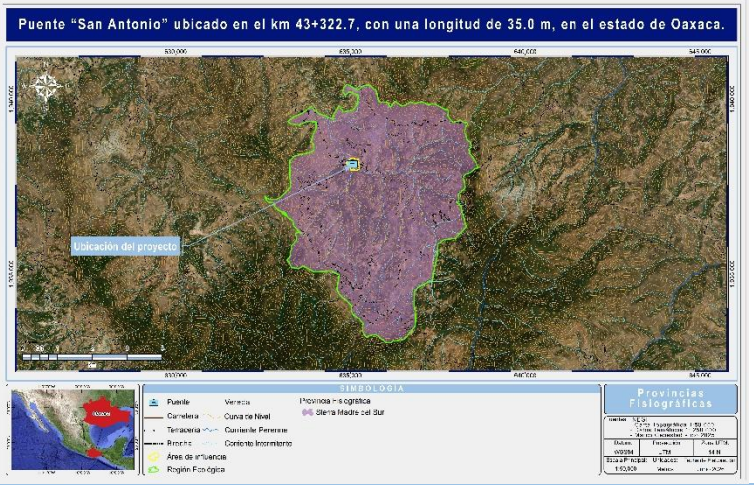
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

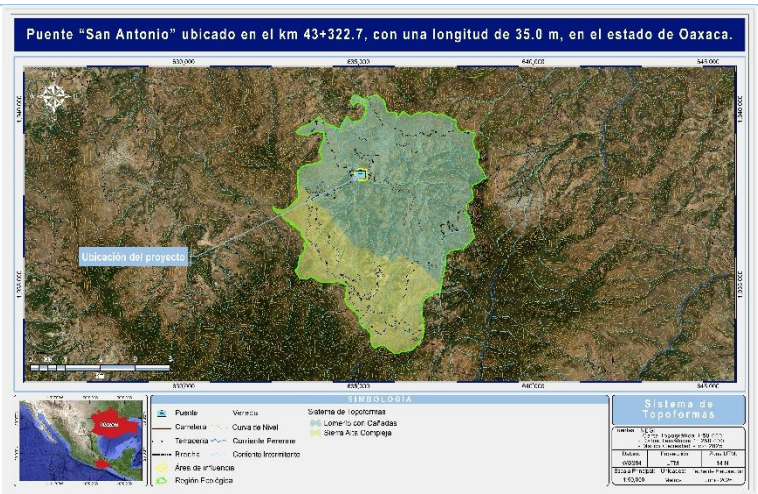
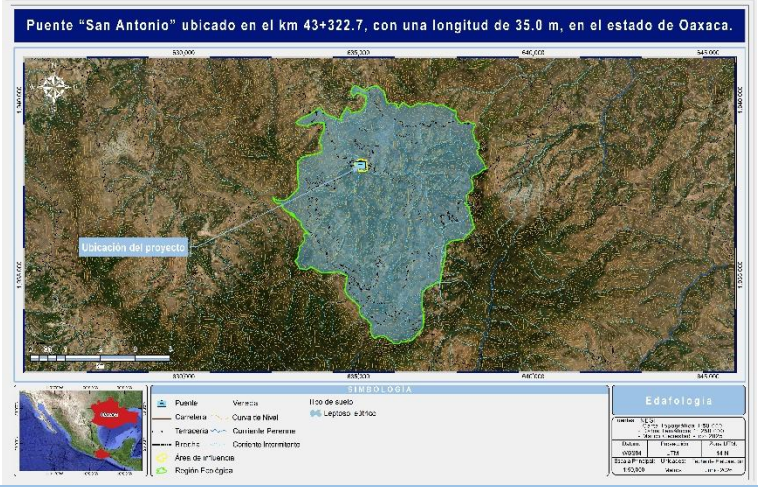
CARACTERIZACIÓN DE LA RE

Caracterización de los factores abióticos

Para la caracterización del medio abiótico de la Región Ecológica (RE), se elaboraron mapas utilizando la cartografía temática del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, de la cual se identificaron las unidades físicas de cada tema (clima, geoformas, edafología, hidrología, etc.), se hizo la revisión bibliográfica, visitas de verificación y reconocimiento en campo, que generó la información que se muestra a continuación, tanto en el prontuario de Información Geográfica, como la descripción de cada uno en el apartado correspondiente.

Tabla. 5 Características del RE

Componente	Cartografía temática
Clima En la totalidad del RE ambos climas **C(w0)(w)** templado subhúmedo con lluvias en verano, menos húmedo, y **C(w1)(w)** templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media son representativos. Con base en lo anterior, se identificaron las estaciones climatológicas activas y cercanas al área del proyecto.	
Provincia fisiográfica **Sierra Madre del Sur.** Se extiende a lo largo y muy cerca de la costa del Pacifico con una dirección general de noroeste a sureste, su altitud es casi constante de poco más de 2000m en ella nacen varias corrientes que desembocan en el Océano Pacífico y en su vertiente interior se localizan las cuencas del río Balsas, Verde y Tehuantepec.	

Relieve Lomerío con cañadas y Sierra Alta Compleja	
La superficie del territorio oaxaqueño presenta una diversidad de unidades de suelos dominantes o asociados; el que mayor área ocupa es el Regosol con 38.19%, le siguen el Litosol con 20.78%, el Acrisol con 13.46% y el Cambisol con 11.38%; con porcentajes menores aparecen los suelos tipo Luvisol (5.54%), Feozem (3.82%), Vertisol (2.63%), Rendzina (2.54%), Solonchak (0.73%) y Castañozem (0.32%), Fluvisol (0.05%). Otros tipos de suelos comprenden 0.56% del área estatal.	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Caracterización de la vegetación

Metodología

El método utilizado para caracterizar las condiciones biológicas de la Región Ecológica (RE) se agrupó en trabajos de gabinete y campo.

- **Trabajo de gabinete**

Como parte de las actividades preliminares del estudio florístico, se realizó un trabajo de gabinete orientado a recopilar, analizar y sistematizar la información disponible sobre las características ambientales del área de estudio. Para ello, se consultó bibliografía especializada, artículos científicos, monografías, inventarios florísticos, bases de datos botánicas y cartografía oficial, con el propósito de identificar las principales características bióticas y abióticas de la región, particularmente aquellas relacionadas con la composición florística, los tipos de vegetación, la distribución potencial de las especies y las condiciones ecológicas predominantes.

De manera complementaria, se revisó la información contenida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con la finalidad de identificar de manera preliminar aquellas especies de flora con distribución potencial dentro del área de estudio que pudieran encontrarse sujetas a alguna categoría de riesgo, así como orientar los recorridos de campo para su búsqueda y verificación.

Asimismo, se emplearon Sistemas de Información Geográfica (SIG) para integrar y analizar información cartográfica en formato vectorial y ráster, proveniente de fuentes oficiales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y otras dependencias competentes. Mediante este análisis se delimitó el área de estudio y se generó cartografía temática correspondiente a topografía, hidrología, red de caminos, localidades, uso del suelo y vegetación, modelo digital de elevación y demás elementos ambientales relevantes, lo que permitió conocer de manera preliminar las condiciones del sitio y planificar adecuadamente las actividades de campo.

Con base en la información cartográfica obtenida, se definió la ubicación de los sitios de muestreo, procurando su representatividad respecto de las diferentes condiciones de vegetación, fisiografía y accesibilidad presentes dentro del área de estudio. Para cada sitio se obtuvieron las coordenadas geográficas y UTM, las cuales fueron incorporadas a dispositivos de navegación mediante Sistema de Posicionamiento Global (GPS), facilitando su localización precisa durante los recorridos de campo y garantizando la reproducibilidad del muestreo.

- **Trabajo de campo**

Con base en la información obtenida durante la etapa de gabinete, se llevaron a cabo recorridos sistemáticos de reconocimiento en el área de estudio con el propósito de verificar en campo los tipos de vegetación, usos del suelo y demás componentes ambientales previamente identificados mediante el análisis cartográfico. Esta actividad permitió contrastar la información derivada de la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como delimitar con mayor precisión las unidades de vegetación presentes dentro de la Región Ecológica y del área puntual del proyecto.

Durante los recorridos se evaluó el estado de conservación de la vegetación, identificando los diferentes grados de perturbación y los principales elementos estructurales de las comunidades vegetales. Se prestó especial atención a los fragmentos con mejor estado de conservación, áreas con vegetación secundaria, cercos vivos, zonas de transición y aquellos sitios donde, por las características del proyecto, existe mayor probabilidad de presentarse afectaciones a la cobertura vegetal.

De manera paralela, se realizó un registro fotográfico georreferenciado de las condiciones ambientales, de las comunidades vegetales y de las especies de flora más representativas del área de estudio. Particular interés se otorgó a la búsqueda y documentación de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellas con importancia ecológica, económica, medicinal, cultural o de aprovechamiento tradicional, con la finalidad de contar con evidencia documental que respaldara la caracterización florística.

Posteriormente se integró una brigada multidisciplinaria encargada del levantamiento del inventario florístico, siguiendo un programa de trabajo previamente establecido. El muestreo se efectuó tanto en el área de influencia directa del proyecto como dentro de la Región Ecológica, procurando que los sitios seleccionados fueran representativos de las diferentes asociaciones vegetales, condiciones fisiográficas y estados sucesionales presentes en la zona. La ubicación de los sitios respondió a criterios de representatividad ecológica, accesibilidad y heterogeneidad ambiental, garantizando una adecuada cobertura de las unidades de vegetación existentes.

La clasificación de los tipos de vegetación fue corroborada mediante la interpretación de las características estructurales y florísticas observadas en campo, apoyándose en la clave para la determinación de los tipos de vegetación de México propuesta por Miranda y Hernández-X (1963), así como en la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI (escala 1:250,000). Como resultado de esta verificación se identificaron las unidades de vegetación presentes dentro del área de estudio, correspondientes a Pastizal Inducido y Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino, agricultura de Temporal y Asentamientos humanos.

Con la finalidad de asegurar una correcta determinación taxonómica, durante los recorridos se colectaron ejemplares botánicos de aquellas especies cuya identificación en campo presentó algún grado de incertidumbre o que resultaban de especial interés para el estudio. Las muestras fueron prensadas, etiquetadas y procesadas conforme a las técnicas convencionales de herborización, para posteriormente ser cotejadas con claves taxonómicas especializadas, literatura botánica y colecciones de referencia de diversos herbarios nacionales. Este procedimiento permitió confirmar la identidad taxonómica de las especies registradas y fortalecer la confiabilidad del inventario florístico elaborado.

Periodicidad del muestreo

El muestro se realizó en dos estaciones en época de Invierno y Primavera, específicamente en los meses de Enero y Abril con la finalidad de poder evaluar la mayor cantidad de especies presentes (Moreira, F., E.J. Huising y D. E. Bignell, 2012).

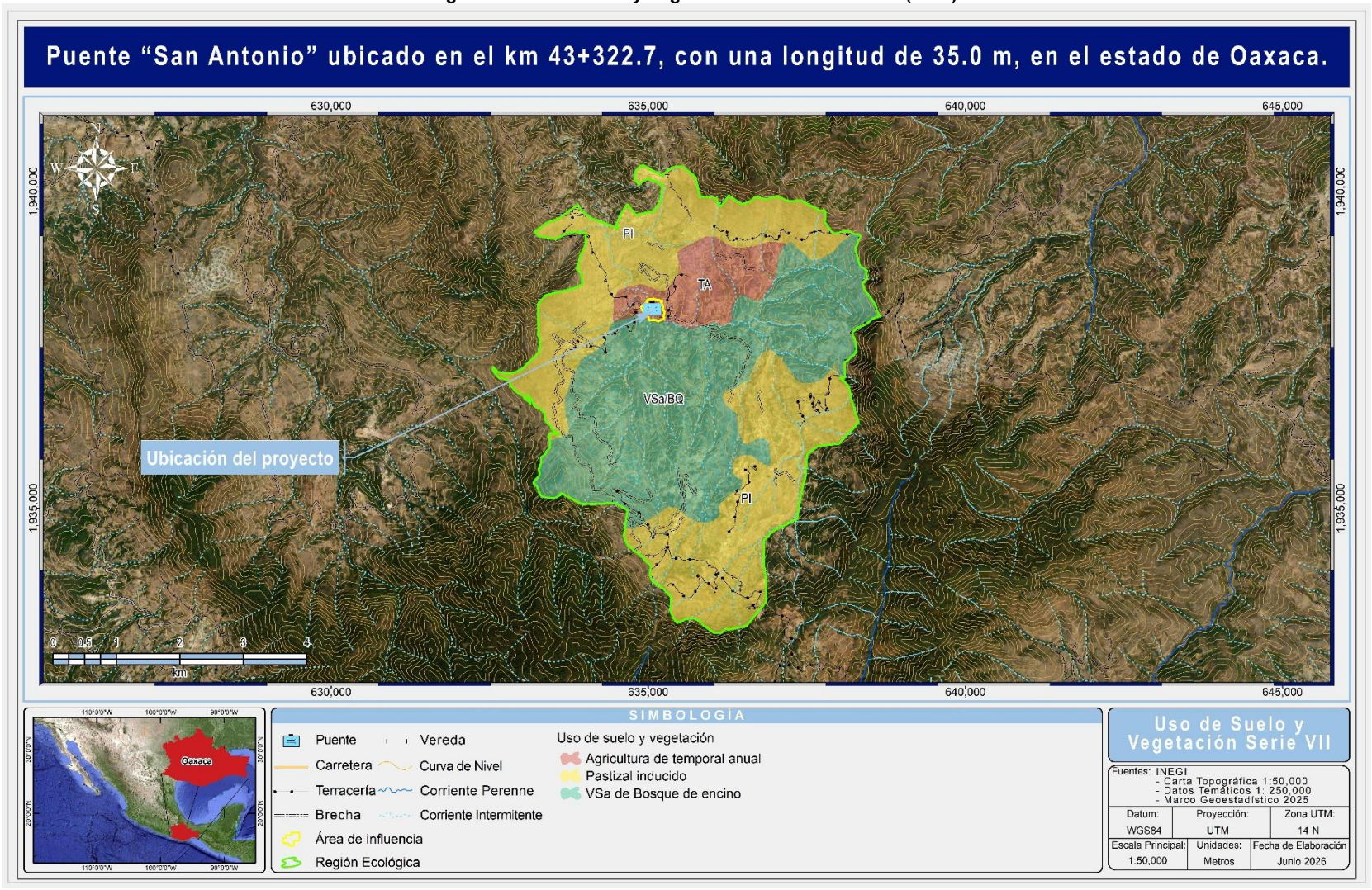
Comparativa del Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII con lo observado en campo

Como se mención al inicio del presente apartado de flora, se realizó el análisis de espacial y bibliográfico de la carta de uso de suelo y vegetación 1:250,000 Serie VII de INEGI (2018), donde se identificaron los siguientes usos de suelo y vegetación dentro de la RE:

- Agricultura de temporal anual
- Pastizal inducido
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

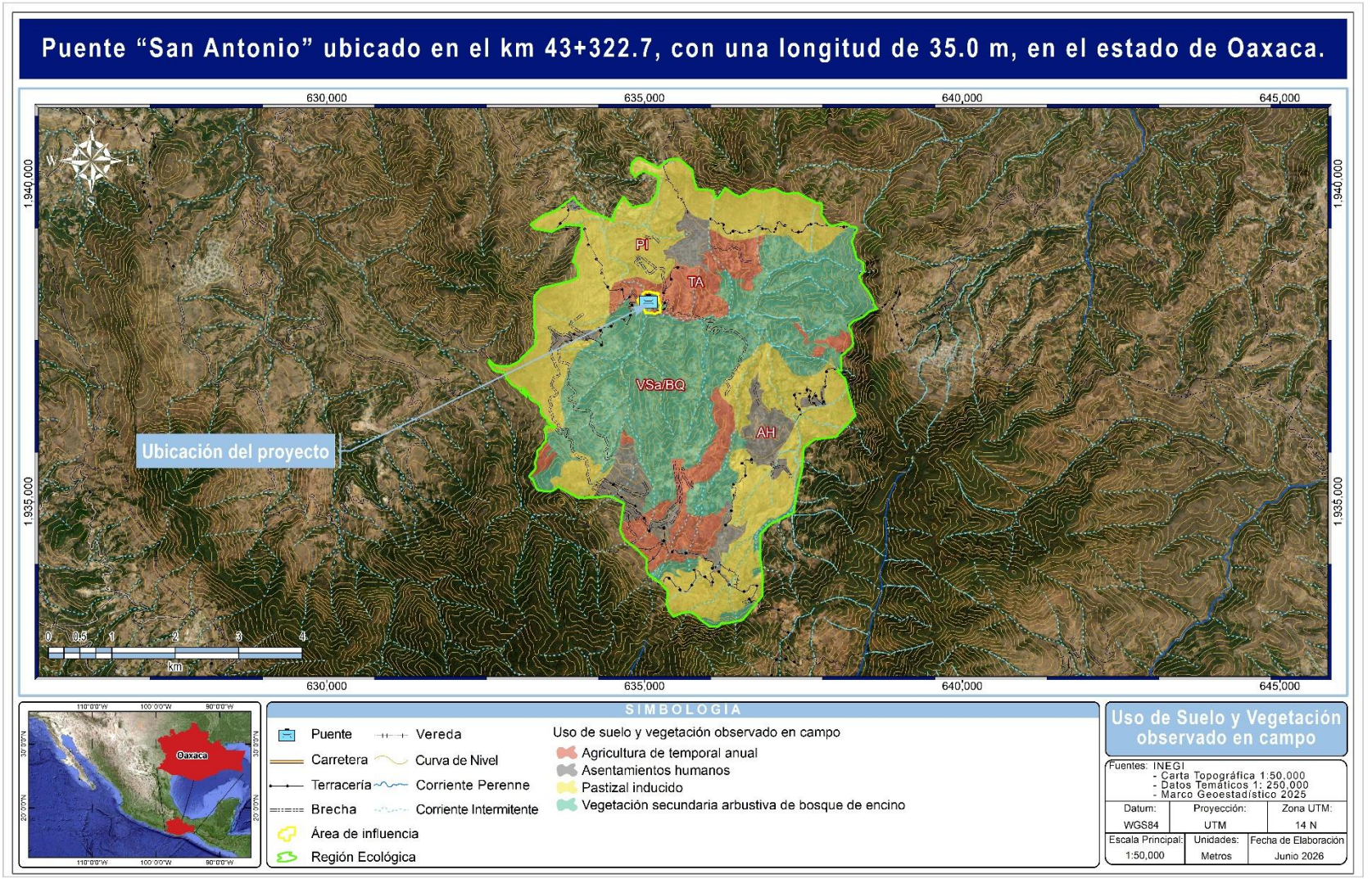
Mismos que si fueron identificados, pero los límites entre ellos no corresponden a lo observado en campo por lo que se realizó una delimitación más acercada a lo observado en campo con la finalidad de hacer una descripción más precisa. A continuación, se muestra la comparativa de los ajustes realizados y la información presentada por INEGI (2018).

Imagen. 6 Usos de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII (2018)



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 7 Uso de suelo y vegetación ajustado a lo observado en campo



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla. 6 Uso de suelo y vegetación en el RE de acuerdo con la Serie VII de INEGI

REGIÓN ECOLÓGICA USV SERIE VII			
Clave	**Descripción**	**Área (Ha)**	**Área (%)**
PI	pastizal inducido	1245.99	47.69%
TA	agricultura de temporal anual	224.3	8.59%
VSa/BQ	vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1142.15	43.72%
Total		**2,612.44**	**100.00%**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla. 7 Uso de suelo y vegetación en el RE observado en campo

REGIÓN ECOLÓGICA USV OBSERVADO EN CAMPO			
Clave	**Descripción**	**Área (Ha)**	**Área (%)**
PI	Pastizal inducido	1017.78	38.96%
TA	Agricultura de temporal anual	339.91	13.01%
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1022.32	39.13%
AH	Asentamientos humanos	232.43	8.90%
Total		**2,612.44**	**100.00%**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Distribución y ubicación de los sitios de muestreo

El principal criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo con la distribución y vocación forestal de cada uno de los usos de suelo presentes dentro del RE, es importante aclarar que debido a que el proyecto consta de solo la construcción de un puente con una longitud total de 35.00 metros, con un ancho total de 9.00 m se analizó de manera conjunta con el área de influencia del proyecto para tener resultados más acercados a las superficies por afectar.

Tabla. 8 Sitios de muestreo de flora.

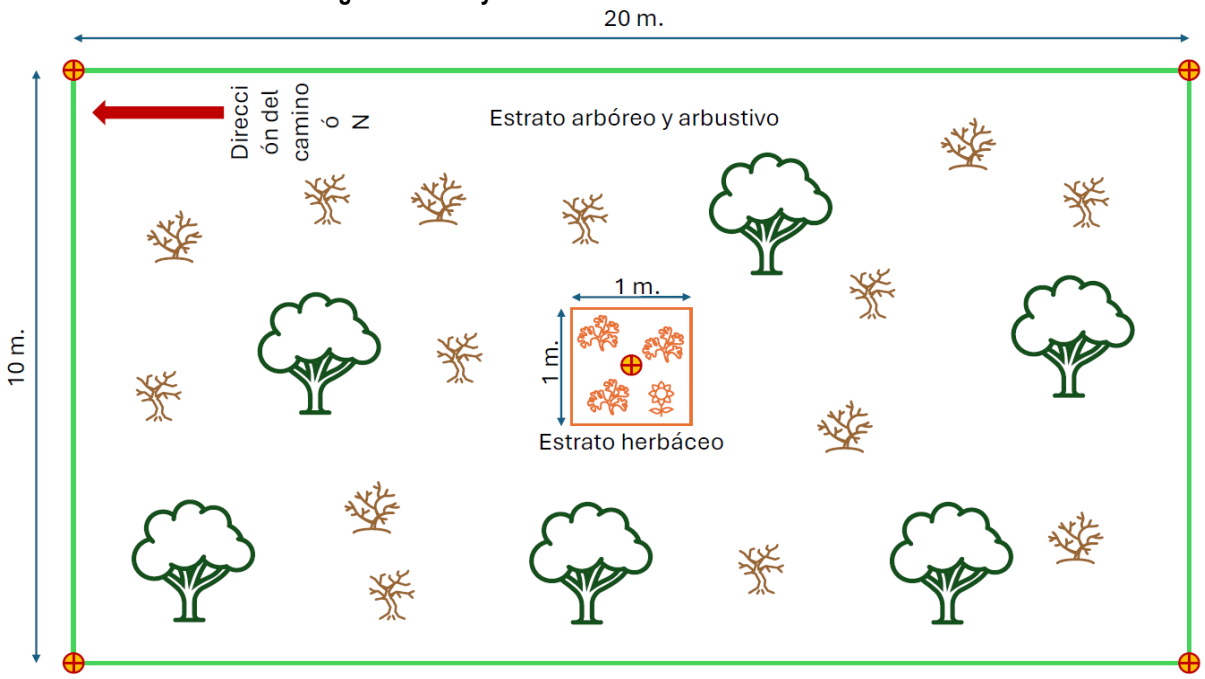
Sitio	UTM Zona 14N		Geográfica		Época de muestreo
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud	
Sitios en el área del proyecto y área de influencia					
AI01	634,963.96	1,938,082.15	-97° 43' 42.779"	17° 31' 29.886"	Primavera
AI02	635,159.82	1,938,002.29	-97° 43' 36.156"	17° 31' 27.246"	Primavera
AI03	635,198.22	1,938,184.77	-97° 43' 34.813"	17° 31' 33.174"	Primavera
AI04	635,096.15	1,938,176.33	-97° 43' 38.276"	17° 31' 32.921"	Verano
AI05	635,055.41	1,938,036.39	-97° 43' 39.689"	17° 31' 28.378"	Verano
AI06	635,177.51	1,938,086.83	-97° 43' 35.537"	17° 31' 29.992"	Verano
Sitios en la Región Ecológica					
SA01	635,736.38	1,933,997.19	-97° 43' 17.518"	17° 29' 16.824"	Primavera
SA02	635,509.94	1,936,356.53	-97° 43' 24.659"	17° 30' 33.629"	Primavera
SA03	635,223.39	1,939,508.89	-97° 43' 33.658"	17° 32' 16.245"	Primavera
SA04	637,991.55	1,938,163.12	-97° 42' 0.101"	17° 31' 31.855"	Primavera
SA05	634,217.07	1,936,637.94	-97° 44' 8.431"	17° 30' 43.064"	Verano
SA06	637,740.73	1,939,059.20	-97° 42' 8.398"	17° 32' 1.062"	Verano
SA07	636,139.65	1,935,134.39	-97° 43' 3.587"	17° 29' 53.732"	Verano
SA08	636,270.85	1,938,553.51	-97° 42' 58.357"	17° 31' 44.935"	Verano

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Se ubicaron los sitios de muestreo, en la RE, Área del proyecto y Área de influencia (estos dos se analizaron de manera conjunta), se delimitaron sitios de muestreo en parcelas rectangulares de 10x20 metros (200 m^2) para el caso del proyecto los 10 metros se ubicaron en dirección perpendicular al eje del puente y los 20 metros de manera paralela a este, para el RE se ubicó tomando el norte como referencia. El estrato herbáceo fue medido en un subsitio 1x1m en el centro del sitio. Se determino este tipo de levantamiento al estar ubicado en

vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino principalmente lo recomendado por Wood (1990[1]) y Romahn y Ramírez (2010[2]). A continuación, se puede apreciar la forma y el tamaño de los sitios de muestreo.

Imagen. 8 Forma y tamaño de los sitios de muestreo



Fuente: Romahn y Ramírez, 2010

Tabla. 9 Sitios de muestreo de flora.

	Sitio de 200m² (10mx20m) para medir árboles con diámetro mayor de 12.5 cm y arbustos.
	Subsitio de 1m² (L = 1m) registro de hierbas, helechos, musgos y líquenes

Fuente: Romahn y Ramírez, 2010

De la misma forma en las siguientes fotografías se observa la obtención de los datos dasométricos de los ejemplares muestreados.

[1] Wood, G.B. 1990. Ground sampling methods used to inventory tropical mixed/moist forest [Métodos de muestreo de campo para inventarios de bosques tropicales mixtos y húmedos]. Forest Ecology and Management 35:199-206.
[2] Romahn, C. F. & Ramírez, H. (2010). Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. Pp. 294.

Fotografía. 1 Obtención de datos dasométricos



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Es importante señalar, que, para complementar el trabajo de campo, se realizaron vuelos con un Dron, con la finalidad de apreciar y tener una idea actualizada de los usos de suelo y vegetación, presentes en la RE y área del proyecto

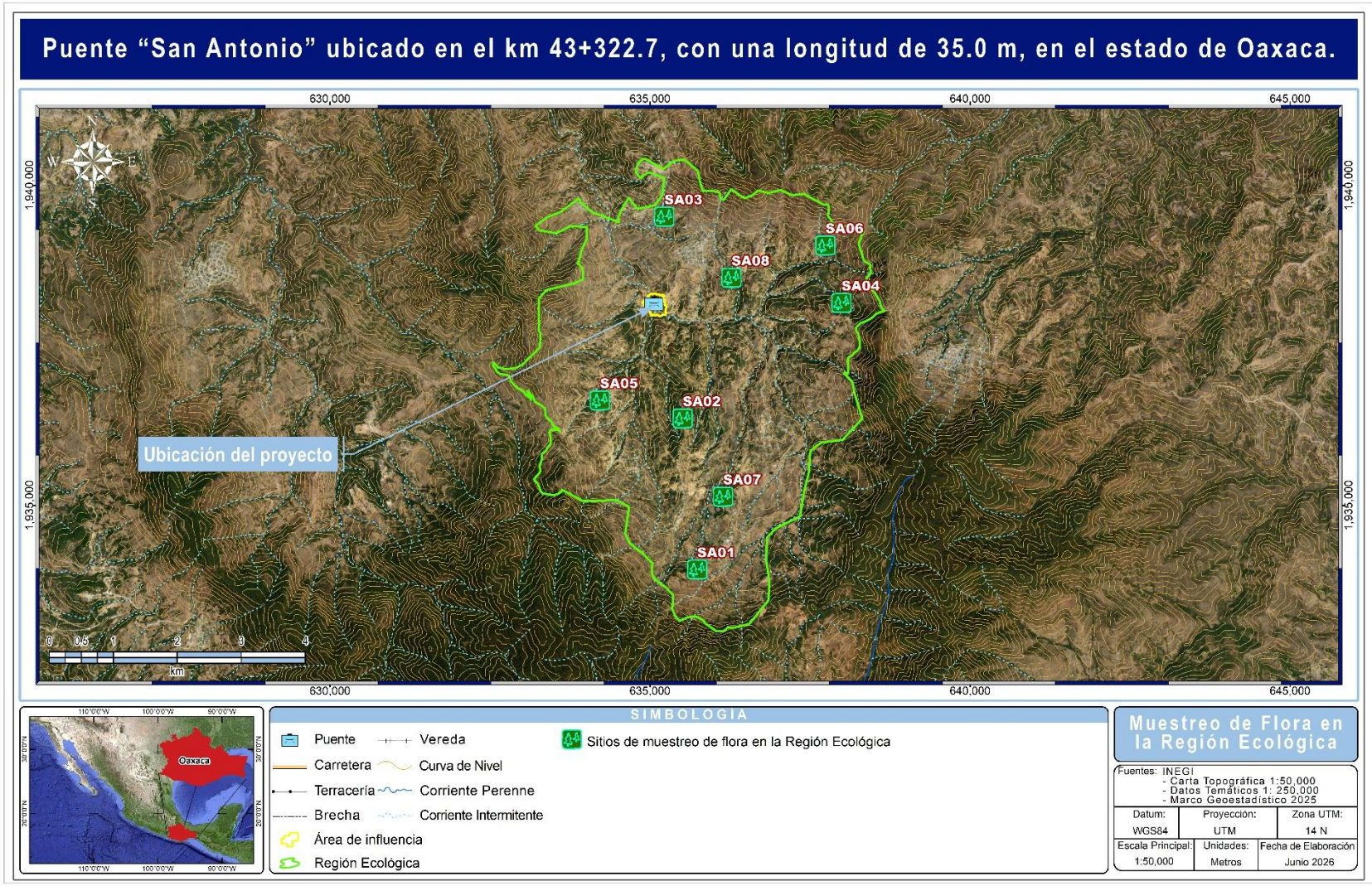
Fotografía. 2 Uso de dron para prospección de campo



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

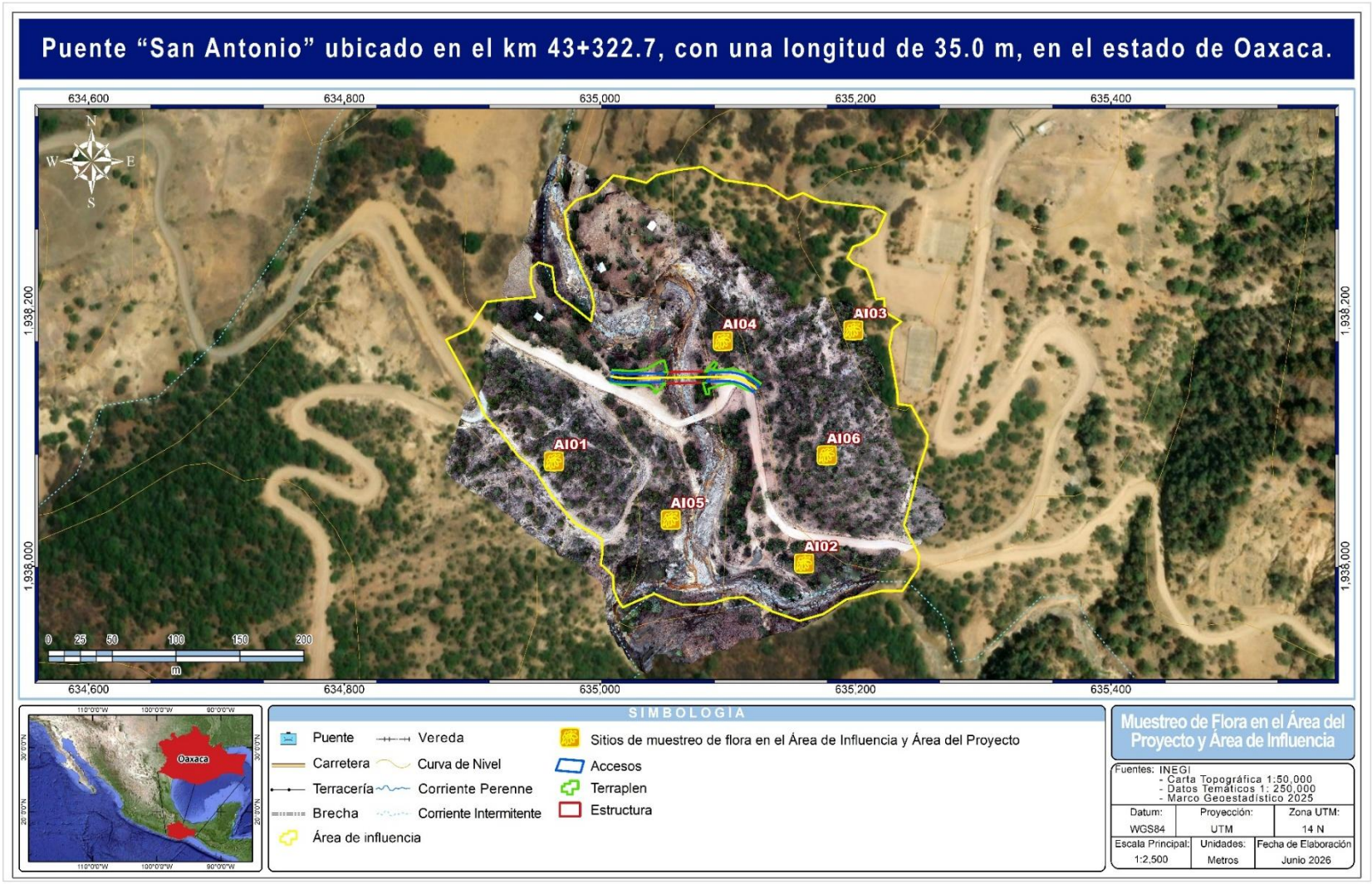
A continuación, se muestra la distribución de los sitios de muestreo dentro de la RE, área de influencia y el área del proyecto.

Imagen. 9 Sitios de Muestreo de Flora en la RE



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 10 Sitios de Muestreo de Flora en Área del proyecto y área de influencia



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Análisis de datos

Con base a los datos recopilados en campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VII escala 1:250 000, se determinó que los tipos de usos de suelo y vegetación presentes en la Región Ecológica son los siguientes:

- Pastizal inducido
- Agricultura de temporal anual
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
- Asentamientos humanos

Estos se encuentran distribuidos en la RE de la siguiente manera:

Tabla. 10 Uso de suelo y vegetación en la RE observado en campo

REGIÓN ECOLÓGICA USV OBSERVADO EN CAMPO			
Clave	**Descripción**	**Área (Ha)**	**Área (%)**
PI	Pastizal inducido	1017.78	38.96%
TA	Agricultura de temporal anual	339.91	13.01%
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1022.32	39.13%
AH	Asentamientos humanos	232.43	8.90%
Total		**2,612.44**	**100.00%**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

A continuación, se realiza una descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación con vocación forestal encontrados dentro de la RE que se verán influenciados por el proyecto, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VII:

- Pastizal inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

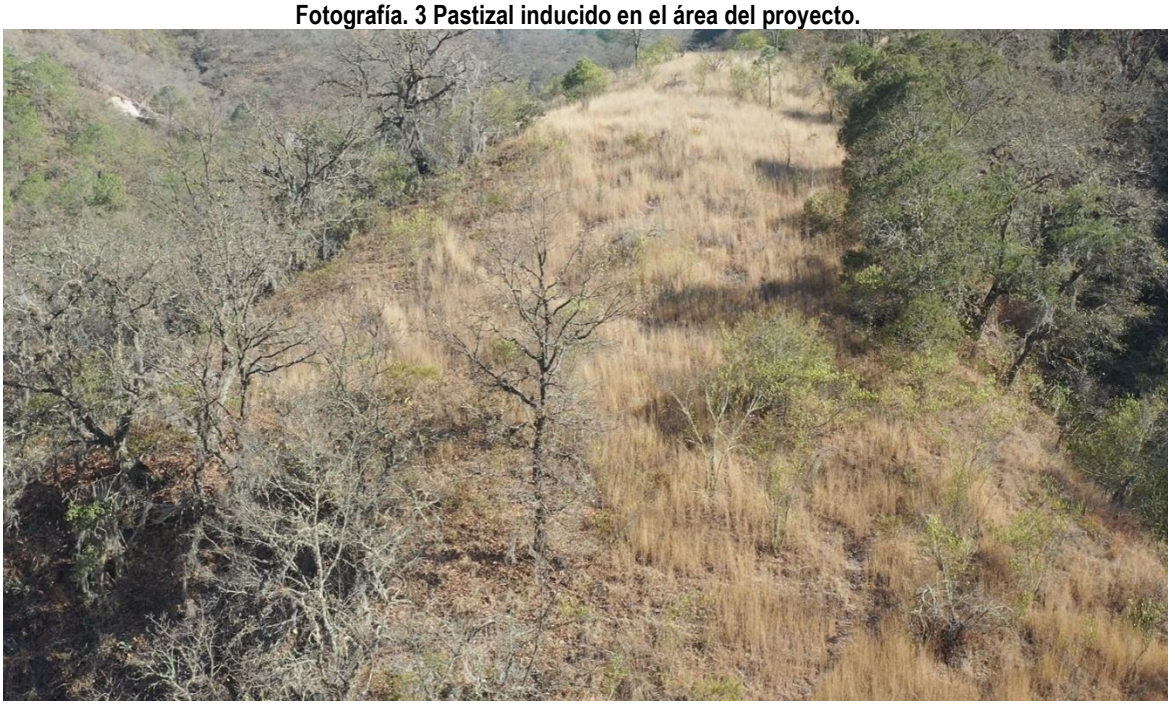
De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2 800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca, Muhlenbergia, Stipa y Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Por debajo de los 3 000 m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los bosques de encino y pino son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima. Entre los géneros a los

que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon, Aristida, Bouteloua, Bromus, Deschampsia, Hilaria, Muhlenbergia, Stipa, Trachypogon y Trisetum.*

Menos frecuentes o quizá menos fáciles de identificar son los pastizales originados a expensas de matorrales xerófilos y aun de otros pastizales. Del Valle de México se describen comunidades de este tipo, que en general son bajas y muchas veces abiertas, incluyen un gran número de gramíneas anuales. Los géneros *Buchloë, Erioneuron, Aristida, Lycurus y Bouteloua* contienen con frecuencia las especies dominantes. Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbáceo no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses.

Las especies dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua, Cathestecum, Hilaria, Trachypogon y Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas. Otra comunidad de origen análogo es la que prospera principalmente del lado del Golfo de México en zonas húmedas, en el que la vegetación clímax, corresponde al Bosque Mesófilo de Montaña, casi siempre sobre laderas muy empinadas de las sierras. A diferencia del pastizal anterior, éste permanece verde durante todo el año, pero de igual manera se mantiene bastante bajo. En general cubre densamente el suelo, pero por lo común da la impresión de estar sobrepastoreado. Las gramíneas más comunes pertenecen aquí a los géneros *Axonopus, Digitaria y Paspalum*. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Erioneuron pulchellum* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex, Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp.* (Zacate cadillo o Roseta), *Lycurus phleoides, Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

Fotografía. 3 Pastizal inducido en el área del proyecto.





Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

- Bosque de Encino

Comunidades vegetales distribuidas en los macizos montañosos de México, en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, Sierra Norte de Oaxaca en los estados de Baja California, Baja California Sur, Nuevo León, Veracruz, Oaxaca, Michoacán México, Jalisco, Guerrero, entre otros, a excepción de la península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que va de los 10 a 26° c. y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Preferentemente se encuentra sobre la exposición norte y oeste, pero se le puede encontrar en otras. Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género Quercus (más de 200 especies en México); estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, el tamaño varía desde los 4 hasta los 30 m de altura desde abiertos a muy densos. En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (Quercus laurina), encino nopis (Q. magnoliifolia), encino blanco (Q. candicans), roble (Q. crassifolia), encino quebracho (Q. rugosa), encino tesmolillo (Q. crassipes), encino cucharo (Q. urbanii), charrasquillo (Q. microphylla), encino colorado (Q. castanea), encino prieto (Q. laeta), laurelillo (Q. mexicana), Q. glaucoides, Q. scytophylla y en zona tropicales Quercus oleoides. Son arboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a m

Dentro de la Región Ecológica podemos también encontrar su estad sucesional de vegetación secundaria, esto quiere decir que Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea, específicamente:

Fotografía. 4 Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en la RE.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

- Agricultura de temporal anual (TA)

Es aquella superficie que el suelo es utilizado para cultivos agrícolas que se realiza con agua de lluvia, es decir, su éxito depende de la precipitación y la capacidad del suelo para retener humedad. Los factores son muy variables a través de las regiones y los años, por lo que el agricultor de temporal, ante la incertidumbre sobre los resultados a obtener, decide invertir lo mínimo indispensable creando condiciones de baja productividad y aumentando los riesgos de pérdida, desperdiciando años con condiciones de buena precipitación y, lo que es más grave, reafirmando la creencia generalizada de que la agricultura de temporal es improductiva. La duración del ciclo de cultivo es generalmente menor a un año. Se presentan en la RE bajo los siguientes tiempos de duración:

- Anuales: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo. (TA)

Fotografía. 5 Agricultura de temporal anual en la RE.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

- Asentamientos humanos (AH)

Corresponde a las superficies ocupadas por infraestructura urbana y rural destinada a vivienda, servicios, comercio, industria y equipamiento. Esta categoría integra ciudades, localidades, zonas habitacionales, fraccionamientos, parques industriales, instalaciones de servicios, así como la red de infraestructura asociada (vialidades, patios, explanadas y otras áreas urbanizadas). En términos de clasificación cartográfica, la Serie VII considera esta clase cuando el elemento construido constituye la cobertura dominante del terreno, implicando la sustitución prácticamente total de la vegetación natural o agrícola original y reflejando un alto grado de transformación antrópica del paisaje.

Fotografía. 6 Asentamientos humanos en la RE.



Condiciones florísticas del área del proyecto y región ecológica.

A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto, así como la región ecológica.

Fotografía. 7 Condiciones ambientales de la flora en donde se ejecutará el proyecto

	
Pinus leiophylla especie ampliamente distribuida a lo largo de la RE y AI especie característica del tipo de vegetación donde se encuentra el proyecto	*Quercus obtusa* al igual que Q. rugosa especie característica de la RE
	
Pinus pseudostrobus especie encontrada en la RE y AI se observó con mayores dimensiones en áreas más conservadas de la RE	*Ipomoea murucoides* especie distribuida en la RE y área del proyecto se observó más en límites de predios
	
Juniperus flaccida especie asociada a este tipo de vegetación	*Pinus teocote* especie arbustiva distribuida en la RE.

	
Baccharis salicifolia especie que es posible localizar distribuida en la RE	*Asclepias angustifolia* especie distribuida ampliamente en la RE
	
Wigandia ures especue indicadora de perturbación en ecosistemas se encontro ampliamente en la RE principalmente en las orillas de caminos	*Loeselia mexicana* especie arbustiva distribuida en la RE.
	
Brickellia veronicifolia especie característica de ecosistemas que están en proceso de degradación en este caso agricultura de temporal anual	*Tithonia tubaeformis* especie herbácea distribuida en la RE y AI.

	
Physalis nicandroides especie característica VSa de Bosque de encino y pastizal inducido	*Eragrostis intermedia* especie distribuida ampliamente en pastizales inducidos, caminos o áreas perturbadas.
	
Melinis repens especie conocida como indicador de perturbación en pastizales.	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con base en la evidencia fotográfica presentada, así como en la caracterización ambiental realizada mediante los trabajos de gabinete y campo, se considera que el desarrollo del proyecto es **ambientalmente viable**, siempre que se implementen de manera integral las medidas de prevención, mitigación, restauración y, en su caso, compensación ambiental establecidas en los capítulos subsecuentes de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

El proyecto consiste en la construcción de un puente, obra de infraestructura que permitirá mejorar las condiciones de conectividad y seguridad vial en la zona de influencia, garantizando la continuidad del tránsito durante todo el año y reduciendo los riesgos asociados al cruce del cauce, particularmente durante la temporada de lluvias, cuando las crecientes pueden limitar o impedir el paso de personas y vehículos.

La ejecución del proyecto contribuirá a optimizar la movilidad de la población, facilitar el acceso a servicios de salud, educación, comercio y protección civil, así como fortalecer las actividades económicas de la región al mejorar la comunicación entre las localidades beneficiadas. Asimismo, favorecerá la conectividad de la infraestructura carretera existente, incrementando la seguridad de los usuarios y reduciendo los tiempos de traslado.

Tabla. 11 Resumen del muestreo realizado

Diseño de muestreo	Simple aleatorio
Tipo de muestreo	Cuadrantes 20mx10m (Ver distribución de los sitios de muestreo)
Número de muestreos realizados	16 sitios
Duración del muestreo	8 días (4 primer muestreo, 4 segundo muestreo)
Fecha de su realización y periodicidad	Invierno Primavera
Representatividad del muestreo	Es representativo
Tipo de comunidad	Perenne y litológicas
Tipo de análisis de datos	Índice de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou, Índice de Simpson, Dominancia.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Especies sujetas a afectación debido al proyecto

Motivo por la inclusión del proyecto existirá remoción de individuos vegetales, el acumulado de los mismos, así como el mapa de la superficie de afectación se muestran a continuación.

Tabla. 12 Especie a remover por la ejecución del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Individuos por remover	Estrato	DAP y/o longitud (cm)	Altura (m)+	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Pinus teocote	Pino Azteca	5.00	A	31.00	17.00	-
Pinus leiophylla	Pino chimonque	4.00	A	34.00	12.00	-
Quercus crassifolia	Encino Colorado	5.00	A	21.00	7.00	-
Juniperus flaccida	Enebro triste	5.00	A	12.00	1.90	-
Loeselia mexicana	Espinosilla	7.00	Arb	45.00	1.10	-
Ageratina petiolaris	Amargocilla	5.00	Arb	65.00	0.90	-
Wigandia urens	Chichicastle manso	3.00	Arb	60.00	0.80	-
Melinis repens	Pasto Africano rosado	25.00	H	40.00	0.35	-
Eragrostis intermedia	Zacate llanero	19.00	H	35.00	0.45	-
Dyssodia papposa	Flamenquill	18.00	H	21.00	0.25	-
Physalis nicandroides	Matapulgas	29.00	H	17.00	0.20	-

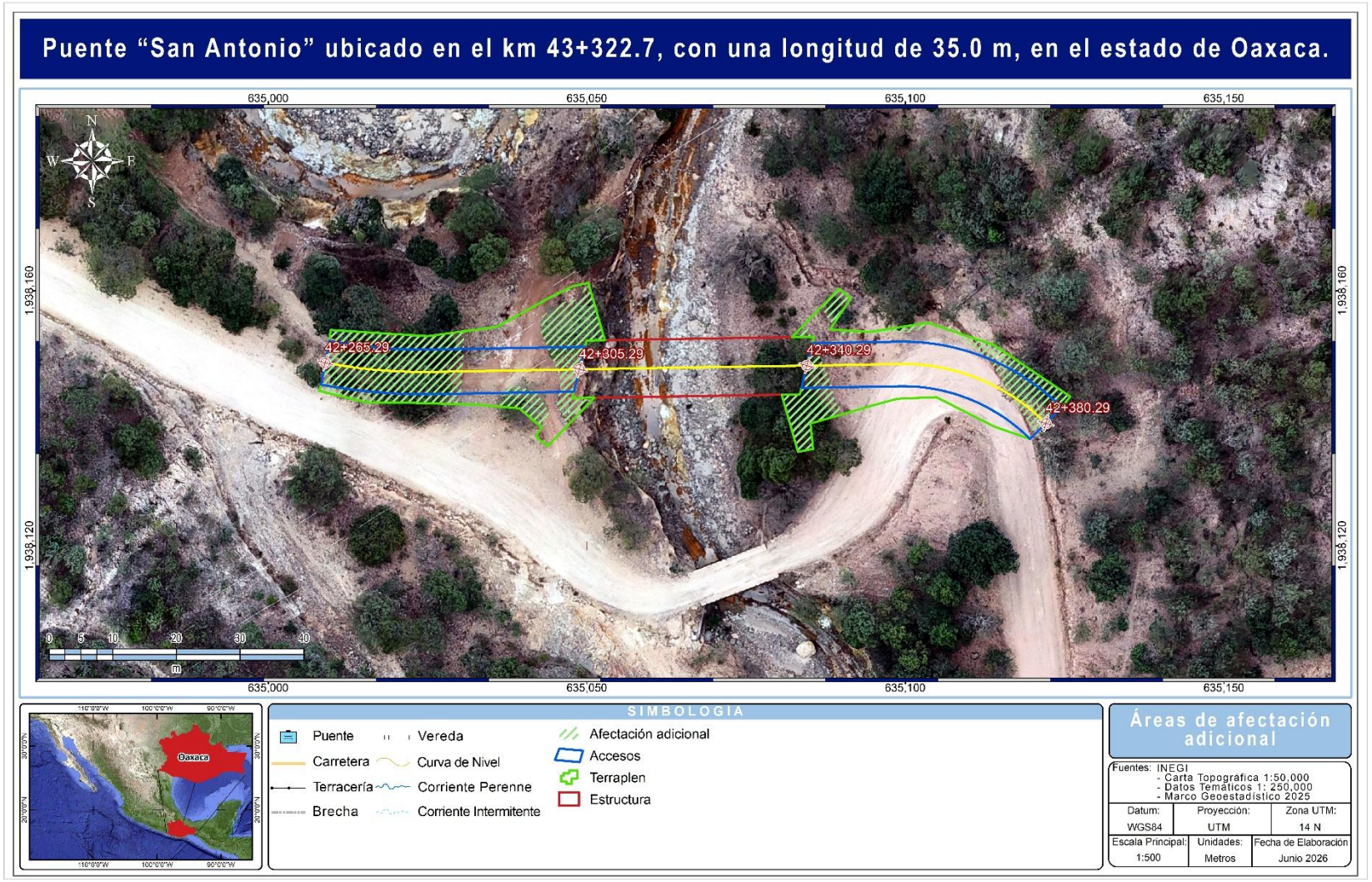
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla. 13 total de especies por estrato de flora que serán sujetos a remoción

Estrato	Individuos por remover
Arbóreo	19
Arbustivo	15
Herbáceo	91
Total	125

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 11 Afectación del puente



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Estado de conservación y/o perturbación que presenta la vegetación a afectar.

Durante los recorridos en la RE del proyecto, se observó un ecosistema conservado con gran diversidad de especies, no obstante, en las áreas cercanas al proyecto se presenta cambio de uso de suelo para dar paso a la agricultura temporal anual, así como al pastizal inducido para el pastoreo extensivo, esto a pesar de no realizarse el proyecto conllevara a la inevitable degradación de la RE, analizado.

Especies de interés comercial.

En el área del proyecto, a pesar de que se encuentran especies que pueden tener un interés comercial, la poca conectividad, así como el poco interés por parte de la población local hace que las especies reportadas no se consideren un interés comercial.

Especies endémicas, raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

La importancia de la flora mexicana recae en el número total de especies, su riqueza y número de endemismos. El alto porcentaje de endemismos se explica por la antigüedad de la flora mexicana y también por su grado de aislamiento ecológico y biogeográfico, también existe cierta relación florística entre las zonas templadas y cálidas de México, las cuales permiten el desarrollo de una flora particular con un gran número de especies endémicas.

Tabla. 14 Clasificación del estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

ESTATUS	CATEGORÍA
E	Probablemente extinta en el medio silvestre
P	En peligro de extinción
A	Amenazadas
Pr	Sujeta a protección especial

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con base en los recorridos de campo, el inventario florístico realizado y la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que dentro del área donde se desarrollarán las obras y actividades del proyecto no se registraron individuos de especies de flora silvestre incluidas en alguna categoría de riesgo (Probablemente Extinta en el Medio Silvestre, En Peligro de Extinción, Amenazada o Sujeta a Protección Especial).

En consecuencia, la ejecución del proyecto no implicará la remoción, afectación o pérdida directa de especies vegetales protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. La vegetación que será intervenida está conformada por especies comunes y de amplia distribución regional, características de la vegetación secundaria y de los bosques templados presentes en la Mixteca Alta de Oaxaca.

Con lo anterior se muestra que, debido al desarrollo del proyecto, sólo requerirá la de 125 individuos vegetales, de los cuales 19 son árboles, 15 arbustos y 91 son herbáceas, cabe señalar, que no existen elementos vegetales que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es importante no afectar la vegetación de manera innecesaria aun cuando las especies no estén consideradas bajo alguna categoría de riesgo.

Con base en las características técnicas del proyecto, se concluye que la sustitución del puente se llevará a cabo íntegramente dentro del derecho de vía existente, sin requerir la ocupación de superficies adicionales ni la apertura de nuevas áreas para la ejecución de las obras. En este sentido, el proyecto no implica la transformación permanente de terrenos forestales hacia un uso distinto, sino la modernización y sustitución de una obra de infraestructura previamente establecida.

Durante la etapa de preparación del sitio será necesaria la remoción de individuos vegetales antes listados, los cuales se localizan dentro del derecho de vía existente y cuya afectación es puntual e indispensable para la construcción de la nueva estructura. Esta intervención no modifica el uso actual del terreno ni representa la incorporación de nuevas superficies al desarrollo del proyecto. En consecuencia, la ejecución del proyecto no implica la apertura de nuevos frentes de afectación sobre terrenos forestales, manteniéndose la ocupación dentro de la infraestructura vial existente. Asimismo, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental descritas en el presente documento, con el propósito de minimizar los impactos sobre la vegetación y favorecer la recuperación de las condiciones ambientales del sitio.

TÉCNICAS DE RESCATE

En caso de que no sea factible conservar la totalidad de los individuos, deberá contemplarse el rescate de partes de ellos (frutos, semillas, esquejes, hijuelos), para su posterior desarrollo en un vivero temporal y ulterior plantación en las áreas destinadas a la revegetación de la franja del derecho de vía del proyecto y/o sitios que así lo ameriten.

El rescate de individuos deberá realizarse un mes antes que se inicien las actividades de desmonte y despalme. El flujo de actividades a realizar con los individuos rescatados puede ser cualquiera de los siguientes:

1. Extracción de plantas con cepellón y su inmediata plantación en los sitios seleccionados para la reubicación de especies.
2. Extracción de plantas con cepellón, resguardo en el almacén temporal y plantación en los sitios seleccionados para reforestación.
3. Obtención de brazos o esquejes, cicatrización en el albergue temporal, siembra en sustrato, mantenimiento en el almacén temporal y plantación en los sitios seleccionados para reforestación.

La elección de cada una de estas alternativas estará en función de las características de las especies por lo que a continuación se describen las técnicas que deberán emplearse en la extracción, propagación y plantación de cada una de ellas.

La época más favorable para la plantación de los individuos es al inicio de la temporada de lluvias con excepción de los Agaves y Opuntias los cuales es preferible que se planten un poco antes de la época lluviosa para evitar así su pudrición.

Descripción de las actividades de rescate

1. El rescate estará a cargo de una cuadrilla integrada por cinco personas, de preferencia biólogos, ingenieros ambientales, ingenieros agrónomos o ingenieros forestales. Dicha cuadrilla deberá tener un responsable que fungirá como representante y coordinador del grupo de trabajo.
2. También se deberá contratar a personal de la localidad que tenga experiencia en campo y conozca el área de influencia del proyecto para apoyar a la cuadrilla en el rescate, localización de sitios de reubicación de los ejemplares, y actividades en el vivero. Se recomiendan 6 personas de la localidad que sean contratadas para apoyar al personal técnico: 4 para las actividades de rescate en campo y 2 para las actividades propias del vivero temporal. Esta forma asegura el empleo por un período de tiempo determinado para personas de la región.
3. La cuadrilla deberá contar con el material necesario, para el rescate de flora, asimismo se le solicitará al superintendente de obra, apoyo cuando se requiera algún material para el rescate.
4. Es preciso que el superintendente programe una plática con los trabajadores de las obras de desmonte y despalme, para que conozcan al grupo de rescate, las actividades a desarrollar y la importancia del rescate. Se solicitará su cooperación para que si en determinado momento los trabajadores de las obras de desmonte y despalme identificaran algún ejemplar o ejemplares que ameriten su rescate dentro del área de la línea de ceros, sea notificado a la cuadrilla de rescate.
5. Se realizará un recorrido por el trazo carretero antes de iniciar las actividades de desmonte y despalme, a fin de identificar los grupos y tipos de plantas susceptibles de ser rescatadas y prever las técnicas que se podrán implementar para su rescate.

6. Es recomendable que no se efectué el despalme sin que la cuadrilla de rescate haya identificado las plantas a rescatar, por lo que el despalme y desmonte deberán estar programados junto con el rescate para evitar obstaculizar las actividades de la obra.
7. Una vez inspeccionada la zona de manera detallada, se iniciará el rescate de manera formal, para ello se hará de pleno conocimiento al superintendente de la obra de las actividades que se ejecutarán y la prioridad que tiene el rescate. Para realizar los rescates, debe referenciarse geográficamente el lugar en el que se realizará, anotando el cadenamiento del trazo, y se deberá inventariar, identificar, etiquetar y fotografiar cada ejemplar.

Tabla. 15 Formato de registro de ejemplares a ser recatados.

Ficha de registro para los ejemplares de flora susceptibles a ser rescatados		
Fecha:	No. de registro	
Sitio de colecta:		
Cadenamiento:		
Coordenadas:		Altitud:
Tipo de vegetación:		
Nombre científico:		
Nombre común:		
Estado reproductivo	Vegetativo:	Fértil:
Condición del ejemplar	No. de tallos:	Hojas:
	Vigor:	DAP:
Altura (m):	Orientación	
Estado de salud:		
Observaciones:		

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Se colocarán carteles que especifiquen las prohibiciones de la extracción de flora y fauna en el área del proyecto, así como la sanción punitiva a la que serán sujetas aquellas personas que sean sorprendidas en dicha acción.

Se ubicará y referenciará geográficamente el sitio que fungirá como vivero temporal. En este lugar serán depositados los ejemplares que requieran un tratamiento de sanidad, o un albergue temporal mientras se localiza un sitio adecuado para su reubicación. La ubicación debe ser seleccionada de forma estratégica, de tal manera que se encuentre cercana al área de trabajo de la cuadrilla.

Metodología de rescate

Extracción con Cepellón

El cepellón es el volumen del sistema radicular envuelto o dentro de un envase. Los viveristas producen los árboles en envases de diferentes tipos, los cuales van cambiando a medida que el arbolito crece hasta salir al mercado; este sistema es recomendable para árboles menores de 3 m y algunas especies no responden bien a este sistema. Para árboles mayores de 3 m se combina la producción en envase y se planta en piso el árbol para que desarrolle la talla deseada; cuando el árbol alcanza la altura, diámetro y calidad deseada se banquea y el cepellón se envuelve con un costal (arpillado) con firmeza, para que no se rompan las raíces. A veces el cepellón arpillado se lleva al sitio de plantación, o se pone el árbol banqueado en una maceta rígida de madera o plástico, en la cual se transporta el árbol hasta el sitio de plantación. En cualquier caso, se debe revisar el cepellón del árbol para cerciorarse de que tiene buen sistema radicular y que las raíces no estén enrolladas alrededor del cepellón o no tengan poda excesiva de raíces gruesas recién cortadas, ni raíces secundarias carentes de pelos radiculares. El sustrato del cepellón debe formar un "queso compacto" para que no se desmorone con las maniobras de plantación.

Propagación vegetativa por brazos o esquejes

Durante las fases de rescate y reubicación es probable que se obtengan algunos brazos de individuos adultos los cuales deberán ser utilizados para la reproducción asexual. Cuando los esquejes sean obtenidos intencionalmente de individuos que por su tamaño o estructura no puedan ser trasplantados, el corte de los brazos se debe realizar en su parte más estrecha; para ello es necesario utilizar guantes y un cuchillo u otra herramienta bien afilada que evite el desgarre de los tejidos. El tamaño de los brazos o esquejes es a consideración del productor, sin embargo, se recomienda que sean pequeños (10 a 20 cm de longitud) con el propósito de facilitar su manejo. El transporte de los brazos al sitio de almacenamiento temporal deberá realizarse en cajas de cartón o huacales de madera. Las herramientas con las cuales se realicen los cortes deben estar debidamente desinfectadas, esto se logra limpiándolas con alcohol y flameándolas; cada vez que se termine de extraer los brazos de un individuo se debe desinfectar nuevamente la herramienta de corte antes de obtener esquejes de otra planta.

El procedimiento para el manejo y propagación de los esquejes es el mismo que en el caso de la separación de vástagos o hijuelos en las cactáceas que forman colonias. Se esparce azufre en polvo en las zonas donde se realizó el corte para evitar la proliferación de hongos y bacterias. Se debe permitir la cicatrización de los brotes en un lugar seco, ventilado y a la sombra para su posterior siembra en sustrato, para lo que se colocan en forma horizontal. En promedio las heridas tardan en cicatrizar una semana.

Propagación por hijuelos

Los hijuelos salen de yemas axilares cerca de la base del árbol. Si están cerca del suelo, después de 3 a 5 años en el árbol madre formarán raíces en el terreno. Los hijuelos sin raíz que salen más arriba en el tallo se pueden cortar y hacerse enraizar en el vivero, aunque en porcentajes relativamente bajos. Cortar los chupones a principios de primavera, cuando el suelo está cálido. Los brotes deben tener un año y estar saludables. Cada palmera puede producir dos o tres chupones por cada año de vida. Estos florecerán y fructificarán tres años antes que una palmera propagada mediante semilla.

Usar una pala para excavar alrededor de la planta y exponer la unión del brote con la planta madre. Tener cuidado con las nuevas raíces. Un hijuelo es la única forma de obtener un clon de la planta madre. Eliminar las hojas inferiores-exteriores del brote y atar las restantes a la parte superior del mismo para poder acceder fácilmente a la base. Al hijuelo enraizado se le quita la tierra de su alrededor de sus raíces, una bola de tierra

húmeda tan grande como sea posible. En cada lado se debe exponer la conexión con el árbol madre, removiendo para ello la fibra y las bases viejas de hojas. Para cortar el hijuelo se usa un cincel especial, con un lado plano y otro biselado.

El primer corte se hace en el lado de la base del hijuelo más cercano al tronco principal. El lado biselado del cincel se coloca hacia el árbol madre, lo cual produce un corte liso y neto en el hijuelo. Para remover el hijuelo puede bastar un solo corte, pero generalmente para lograrlo se necesitan uno o más cortes en cada lado. El hijuelo nunca se deberá arrancar, sino siempre se debe cortar netamente. La remoción de los hijuelos mejora el crecimiento y desarrollo de la planta madre. Cortar las hojas sueltas remanentes y dejar un cono de hojas sin abrir en la parte superior del brote.

Una vez removido se debe manejar con todo cuidado y plantarse tan pronto como sea posible teniendo cuidado de que no se sequen las raíces. Llenar una maceta con partes iguales de arena y turba. Humedecerla bien y plantar el brote al mismo nivel que tenía en la planta madre. Colocar la maceta en un lugar soleado donde las temperaturas sean de al menos 15 ºC a 18 ºC. Brindar agua constantemente al brote. Dejar que se seque casi completamente entre riegos y luego mojar el suelo hasta que salga agua por los orificios de drenaje de la maceta. Cuidar la planta en la maceta durante dos años y luego trasplantarla.

Trasplante

Se realizará cuando el sistema radicular de la palmera haya invadido toda la maceta y no tenga posibilidad de seguir desarrollándose ni de tomar el suelo, agotado y escaso, el agua y los elementos nutritivos necesarios. La mejor época para realizar el trasplante a otras macetas de mayor diámetro son los meses de abril y mayo, cuando se reinicia el desarrollo y las raíces entran en actividad. El trasplante se realiza a otro recipiente 2 o 3 cm mayor, colocando en primer lugar el drenaje y sobre él la tierra necesaria para que la parte superior del cepellón quede a la altura conveniente rellenando a continuación el espacio existente entre cepellón y pared de la maceta.

Plantación

Se realiza durante la primavera y el verano. Aquellas palmeras de gran tamaño destinadas a la decoración en jardines precisan de hoyos lo suficientemente grandes y profundos para que el cepellón de las raíces pueda desarrollarse correctamente. En la plantación es importante aportar una capa de estiércol o mantillo y dar un riego abundante.

Tras la plantación es importante asentar bien el terreno e incluso realizar aporcados de tierra alrededor del tronco, provistos de pequeñas pozas para el riego. Esta capa de tierra también ayudará a mantener la humedad, regular la temperatura del suelo y evitar el desarrollo de malas hierbas.
Durante el traslado de los ejemplares rescatados

1. El traslado de las plantas rescatadas deberá hacerse durante las primeras horas del día, ya que en estas horas las condiciones de temperatura favorecen la sobrevivencia de estas.
2. Los individuos deberán ser transportados en condiciones que eviten estrés hídrico y eólico. Es decir, los ejemplares deberán mantenerse en condiciones de humedad (en bolsas de invernadero que contengan sustrato extraído de la zona de rescate).
3. Los ejemplares deberán de transportarse en vehículos cerrados para evitar el estrés hídrico y eólico por la exposición directa a los rayos solares y corrientes de aire (se procurará el uso de vehículos que cuenten con caseta).
4. Los ejemplares deberán estar distanciados al menos 5 cm entre sus copas, lo anterior para evitar cualquier daño durante el traslado. Se recomienda el uso de alguna estructura (que pueden ser cajas

de cartón) que evite el contacto entre los ejemplares para evitar algún tipo de daño físico (como ruptura de ramas o pérdida de hojas por aplastamiento o movimientos bruscos).

5. Para procurar el menor estrés posible provocado por el traslado, se coordinará logísticamente el rescate de los ejemplares de una misma localidad o localidades aledañas.

Especies que se propagarán por semilla

La conservación ex situ de especies vegetales adquiere cada día más relevancia como parte de una estrategia para conservar la diversidad biológica existente en el mundo. Las actividades agrícola y forestal, así como las ciudades y complejos turísticos están expandiendo aceleradamente sus fronteras, generando degradación de ecosistemas naturales, pérdida de hábitats y, como consecuencia, la extinción local de especies. Esto sin contar con otros factores, como la constante degradación por pastoreo y desertificación.

La semilla es la forma más práctica y eficiente para recolectar, transportar, estudiar y almacenar la diversidad vegetal, por corresponder a un estado compacto, resistente e independiente dentro del ciclo de vida de una planta. Cada una de ellas es, potencialmente, un nuevo individuo que contiene parte de la variabilidad genética presente en toda una población. No obstante, el conjunto de semillas producidas en un año determinado contiene toda o gran parte de la diversidad genética constituyente de la población original.

Es así como las colecciones de semillas de alta calidad pueden representar la diversidad genética de una población de plantas desde donde fueron recolectadas y proveer materiales para conservación ex situ (conservación fuera del hábitat natural, por ejemplo, en bancos de semillas). La mayoría de las especies de plantas estudiadas a la fecha tienen semillas, cuya latencia natural y tolerancia a la desecación, permiten que sean almacenadas por varias décadas, sin que su viabilidad se deteriore en forma significativa.

Además de su contribución a la conservación integrada de especies, los bancos de semillas también aportan a la restauración ecológica, al proveer material para multiplicación y estudios de diversidad genética e información, que facilitarán las decisiones de reintroducción en caso de ser necesario y, manejo in situ (en el hábitat natural). La recolección de una buena cantidad de semillas por muestra permite su uso en conservación, investigación y restauración ecológica.

Planificación de la recolección de semillas

Una buena planificación contribuye en gran parte al éxito de las expediciones de recolección de semillas, lo cual influirá directamente en la utilidad de las semillas. Incluye tanto la planificación técnica como la preparación logística para la recolecta de semillas. Para ello se requiere recopilar y analizar información geográfica, de clima, accesibilidad y por supuesto distribución geográfica de las plantas priorizadas. Entre las fuentes útiles de información se incluyen las bases de datos taxonómicas, las floras, monografías, las listas rojas, las guías locales de flora, estudios eco geográficos, inventarios, evaluaciones y diagnósticos sobre conservación. Aún más útil es el conocimiento de residentes locales en las áreas de exploración y recolección.

Estrategia de recolección

La estrategia de recolección de semillas debería claramente sustentarse en los propósitos para los cuales el material será usado. Aunque, las muestras de semillas de alta calidad pueden servir para múltiples propósitos. Para la mayoría de las plantas silvestres, una sola población puede contener gran parte de la diversidad genética de una especie. Por eso, un adecuado muestreo de semillas recolectadas a partir de una sola población puede representar la diversidad de esa población, y también la diversidad de toda la especie. De esta forma, las muestras de una simple recolección podrían ser usadas directamente para recrear la población

original en caso de que ésta se extinga, ser almacenadas en bancos de semillas, como una forma de conservación ex situ, y también ser utilizadas en un amplio rango de investigación biológica.

En proyectos cuyo objetivo es crear colecciones de semillas para ser usadas en restauración de hábitat a gran escala, se debe considerar la recolección de muestras representativas de más de una población por especie. En este caso, es importante que las semillas provengan de un hábitat similar al sitio a ser restaurado. Tomar muestras de semillas de varias poblaciones a lo largo de todo o gran parte del rango de distribución de una especie, da más opciones de contener material genético con potencial de adaptación a las condiciones locales presentes en el hábitat a ser restaurado.

Selección de las áreas de recolección

Cualquiera sea el propósito de la recolección, se necesita información eco geográfica para identificar localidades potenciales a explorar y recolectar. Se debería buscar información acerca de:

- La diversidad de hábitat en una u otra región.
- La distribución geográfica de las especies priorizadas en la región.
- Los tipos de hábitat donde se encuentran dichas especies.

Este tipo de información se puede encontrar en los inventarios, los estudios florísticos y de vegetación, etc. Los ejemplares del herbario pueden contribuir con información valiosa sobre localidades, sobre todo si incluyen datos de latitud y longitud. Sin embargo, la información descriptiva puede no estar actualizada.

Época y duración de la exploración y recolección

Para planificar los viajes es esencial conocer cuándo las especies a recolectar estarán en la fase de dispersión de semillas. Los datos incluidos en los ejemplares de herbario u otras fuentes de información sólo entregan una estimación respecto a la etapa de fructificación. Si los datos disponibles indican un intervalo de tiempo para la fructificación, es posible que las semillas no estén listas para recolectar al inicio de ese rango.

La fenología de una especie varía de año en año debido a las fluctuaciones climáticas, por esto se recomienda un monitoreo periódico de las poblaciones potenciales. Durante las salidas a terreno, los recolectores deben recorrer las áreas identificadas para ubicar las poblaciones potenciales, identificar la o las especies, estimar la fecha de recolección y tomar otros datos de la población. Por otro lado, el contacto regular con lugareños puede facilitar información sobre la fenología de la o las especies de interés.

Se debe tener conocimiento sobre las condiciones climáticas que se pueden esperar en la época de recolección de las semillas, con el fin de planificar el manejo de postcosecha de estas hasta su envío al vivero.
Las prospecciones con fines de recolección pueden durar de 1 a 30 días. La duración depende del recolector y al momento de tomar esta decisión se debe tener en mente: la extensión del área a prospectar, la distancia a recorrer, el número de especies y localidades específicas a prospectar.

Itinerario de recolección

El itinerario debe incluir las rutas principales, los sitios prioritarios de exploración y recolección y los sitios de alojamiento o camping. También es necesario identificar a las autoridades competentes y dueños de terreno, a quienes se debe solicitar los permisos respectivos. Esto permitirá organizar de antemano la colaboración de personas locales.

Se requiere personas con experiencia en la identificación de plantas, preparación de ejemplares de herbario, fisiología de semillas, recolección de semillas, fotografía, descripción de suelos, escalamiento de árboles, manejo de vehículos 4 x 4, camping, entre otros. En la mayoría de los casos se considera adecuado un equipo de dos a cuatro personas y un solo vehículo. Por razones de seguridad y eficiencia, el tamaño mínimo del grupo de recolección es de dos personas. En los sitios aislados y peligrosos se recomienda utilizar dos vehículos, equipados con sistemas de radio–comunicadores.

Preparación de materiales, insumos y equipos

Para recolectar semillas en forma adecuada, se requiere considerar una amplia gama de materiales, insumos y equipos, necesarios no solo para la recolección de semillas, también para otras actividades relacionadas, como la identificación de especies, toma de información, de material botánico, etc.

Tabla. 16 Materiales y equipos para recolección

Equipo	Cantidad sugerida
	1 set por grupo
Navegación	1 por grupo
Mapa (o fotocopias)	1 por grupo
Brújula	1 por grupo
Altímetro	
Unidad de Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	
Primeros auxilios y seguridad	1 por grupo
Botiquín	La necesaria para cada persona
Botellas de agua	
Identificación de plantas	1 colección/juego por grupo
Guías de flora si están disponibles	Cada persona
Lupa (10x, 20x)	
Recolección de semillas y etiquetado	1 a 2 por grupo
Binoculares	Cada persona
Tijeras podadoras	1 por grupo
Tijeras extensoras	Cada persona
Navaja	Cada persona
Guantes de cuero	Cada persona
Baldes + cinturón o cuerda para amarrarlo a la cintura	
Bolsas de tela tamaño costal (saco)	5 por grupo
Bolsas de tela: grandes, medianas y pequeñas	
Bolsas de papel: grandes y medianas	20 de cada una por grupo
Sobres de cartón	10 de cada una por grupo
Bolsas plásticas, grandes, medianas y pequeñas	10 por grupo
Etiquetas	
	10 de cada una por grupo
	100 por grupo

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Identificación y evaluación de poblaciones para la recolección de semillas

Las semillas recolectadas podrán, posiblemente, ser almacenadas durante mucho tiempo, pero la supervivencia dependerá en gran parte de su calidad inicial al momento de la recolecta y almacenamiento. La calidad inicial depende tanto de los componentes visibles, por ejemplo, niveles de infestación por insectos u otros daños físicos; como no visibles, por ejemplo, la viabilidad inicial, el potencial de almacenamiento y la tolerancia al secado. La calidad de las semillas recolectadas dependerá exclusivamente del recolector y del tiempo que dedique a la planificación, preevaluación, recolección y el manejo postcosecha.

Además de la calidad, el recolector también debe asegurarse que la cantidad de semillas existente en la población potencial sea suficiente para satisfacer los requerimientos de los objetivos del programa, ya que esto influirá en la utilidad final de la recolección. Aquellos recolectores de semillas que posean conocimientos específicos de la especie decidirán rápidamente si la recolecta potencial cumple o no con los criterios de calidad y cantidad.

Prospección y evaluación de poblaciones

Se recomienda realizar una prospección preliminar para ubicar las poblaciones potenciales, confirmar la identificación de las especies y determinar la época de producción de semillas para estimar la fecha de recolección. Si no es posible realizar una prospección preliminar, se puede consultar a lugareños o naturalistas locales para ubicar potenciales poblaciones de las especies prioritarias. Esta información debe ser complementada con datos de herbario, monografías, floras, etc. Toda esto ahorrará tiempo en el momento de la recolecta

Se debe identificar la especie a recolectar o, como mínimo, distinguirla o diferenciarla en terreno de otras del mismo género. Lo ideal es contar con un botánico experimentado dentro del equipo. También se puede utilizar guías botánicas, guías locales ilustradas u otras fuentes de información, tales como imágenes digitales o fotocopias de muestras de herbario. Esto evitará colecciones mixtas. Es fundamental que todos los miembros del grupo puedan distinguir la especie a ser recolectada de otras especies similares.

La accesibilidad de la población es otro factor por considerar, lo cual es importante para poblaciones de plantas localizadas en sectores de difícil acceso, como fondos de quebrada, laderas de mucha pendiente y acantilados. El conocimiento de la accesibilidad permitirá evaluar el factor de riesgo y, en caso de ser necesario, utilizar equipo de seguridad.

Por otro lado, si la población ha sido perturbada, por ejemplo, por incendios, uso de herbicidas, etc., el o los recolectores deben tomar en cuenta que dichos eventos pueden haber afectado la viabilidad y longevidad potencial de las semillas.

Evaluación del estado de dispersión de las semillas

El próximo paso es evaluar si la población está o no en la fase de dispersión natural. Hay que escoger con cuidado el momento de recolectar semillas con el fin de asegurar que éstas sean capaces de germinar, puedan tolerar el secado y alcanzar la máxima longevidad. El mejor indicador de estas cualidades no visibles es la dispersión natural.

El recolector que tiene conocimiento específico de la especie reconocerá fácilmente dicha fase. Si no, tendrá que guiarse por la morfología de los frutos y semillas y, el probable método de dispersión natural. Cabe notar que los indicadores morfológicos no siempre son clarificadores, pero, en todo caso, pueden ser de utilidad para determinar el tiempo adecuado de recolección:

- En los frutos carnosos dispersados por animales, el pericarpio cambia de color (normalmente de verde a rojo y amarillo), la pulpa se vuelve suave y dulce y adquiere un olor característico.
- Los frutos tipo vainas y cápsulas se vuelven gradualmente más secos. En algunas especies, por ejemplo, en algunas leguminosas (Fabaceae), se puede agitar los frutos y escuchar las semillas ya desprendidas dentro del fruto.
- Los frutos secos dehiscentes comienzan a abrirse y se encuentran algunas semillas en el suelo, ya dispersadas. Los tejidos de reserva de las semillas cambian su consistencia durante el proceso de desarrollo y maduración: de suaves, gelatinosos o lechosos, se vuelven firmes y cerosos, y finalmente duros y secos en la fase de dispersión natural. La forma tradicional que los agricultores practican para comprobar el momento adecuado de cosecha es presionar las semillas con la uña del dedo pulgar. El color de la semilla también puede ser un indicador útil.

  Indicadores morfológicos de la fase de dispersión natural:

- Algunas semillas ya dispersadas.
- Dehiscencia del fruto.

- Dureza de los tejidos de las semillas.
- Cambio de color de la semilla.
- Cambio de color del fruto.

Dependiendo del tipo de dispersión natural de las especies (Ej. por animales, viento, gravedad, etc.), algunas semillas pueden permanecer adheridas a la planta madre durante un largo período, aún después de que han alcanzado su madurez máxima. Siempre que la humedad relativa ambiental sea baja, el contenido de humedad de las semillas será bajo y su viabilidad se mantendrá durante largo tiempo. Sin embargo, se debe tener cuidado de no recolectar semillas de la estación anterior, ya que su viabilidad y longevidad serán considerablemente inferiores a las de semillas recién dispersadas. Lo ideal es no recolectar semillas del suelo.
No se recomienda recolectar semillas antes de la dispersión natural, porque requieren de un periodo de tiempo de maduración en postcosecha para completar el proceso de desarrollo y maduración, además de un manejo especial por parte del recolector.

Evaluación de la calidad física de las semillas

La calidad física se refiere a la proporción de semillas llenas y bien desarrolladas, no infestadas por insectos o no afectadas por otro tipo de daño. A veces, los óvulos fertilizados no se convierten en semillas normales, sino que más bien forman las llamadas "semillas vacías" o "vanas". Otras abortan durante el proceso de desarrollo, produciendo semillas con malformaciones.

La proporción de semillas vacías, abortadas, mal formadas o infestadas variará según la especie, la población y el año, pero los datos indican que algunas familias, por ejemplo, las Poaceae, Cyperaceae, Fagaceae, Tiliaceae y la Combretaceae, tienden a producir una alta proporción de semillas vacías.

El recolector puede evaluar la calidad física de una recolección potencial a través de la "prueba de corte" o "cut test". Este consiste en seccionar una muestra representativa de las semillas (10 a 20 semillas) utilizando tijeras podadoras, tijeras, cortaúñas o similar, y comparar el número de semillas llenas con el de las vacías, abortadas o infestadas. Una lupa de campo ayudará a esta inspección.

El resultado de la prueba de corte provee un cálculo aproximado del número de semillas disponibles. Si la proporción de semillas vacías e infestadas es alta (Ej. mayor a 30%), se debe recolectar un número mayor para compensar la pérdida por esta vía, o, tal vez, buscar otra población para recolectar. Esta decisión dependerá del esfuerzo y tiempo requerido para recolectar la cantidad deseada.

En la inspección de las semillas se puede encontrar evidencias de intolerancia a la desecación, lo cual se presenta en semillas grandes (normalmente sobre un 1 cm) y evidencias de vivipara (germinación de semillas dentro del fruto previo a su dispersión). Para este tipo de semillas, es importante evitar la desecación hasta que se pueda evaluar su tolerancia al secado lo antes posible en el laboratorio, propagarlas y conservarlas por métodos apropiados para este tipo de semillas.

Evaluación de la cantidad de semillas disponibles

Los datos de número de semillas por fruto y número de frutos por planta no sólo permiten estimar si la cantidad de semillas existente es suficiente para los fines del programa, sino que también esta información es utilizada para definir la estrategia de muestreo.

La muestra de semillas recolectada podrá ser usada para múltiples fines. Además de su conservación a largo plazo, se requiere una cantidad de semilla suficiente para realizar las pruebas iniciales de viabilidad, para el monitoreo periódico y para apoyar programas de restauración ecológica o reintroducción. Además, se debe

mantener suficientes semillas para regenerar la muestra recolectada en el caso que la viabilidad se reduzca a niveles críticos.

Tabla. 17 Importancia de la cantidad de semillas viables por muestra requeridas para distintos fines

Número de semillas	Uso potencial
300	Conservación a corto plazo y para muestrario.
500	Cantidad mínima para conservación y, para llegar a establecer una población potencial representativa de la población original.
1000	Para desarrollar protocolos efectivos de germinación.
2000	Para monitoreo de viabilidad de la muestra conservada a largo plazo (sobre 100 años).
5000	Para duplicado de la accesión en un segundo banco de semillas.
10000	Para distribución de pequeñas muestras con fines de multiplicación y posterior reintroducción del material.
20000	También para distribución de grandes muestras para propagación y posterior restauración.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Según lo señalado, el tamaño ideal de una muestra para conservación a largo plazo es entre 10.000 a 20.000 semillas. En la práctica se recomienda, como mínimo, entre 3.000 y 5.000 semillas. Para especies raras y en peligro de extinción, dado a que son poblaciones pequeñas, una cantidad aceptable es de 500 a 1.000 semillas viables.

Es importante que la recolección de semillas para fines de conservación ex situ o para cualquier fin, no ponga en peligro las poblaciones in situ. Se debe tomar no más del 20% de las semillas sanas disponibles en el momento de la recolección, esto para asegurar que haya suficientes semillas para la regeneración natural de la población, lo que es especialmente crítico para especies en peligro de extinción.

Si la calidad no es adecuada o la cantidad no es suficiente se recomienda no recolectar. Se debe buscar otra alternativa, ya sea otra población de la misma especie o de otra especie.

Recolección de semillas

La recolección de semillas no es un proceso simple. Se requiere definir un plan de recolección que permita al final obtener muestras que representen la diversidad genética presente en la población y respondan a parámetros de calidad y cantidad. Se debe utilizar la técnica más apropiada que permita maximizar los parámetros mencionados, de la forma más eficiente posible, sin alterar las poblaciones y ecosistemas.

Plan de recolección

Si la población es grande, se debe recolectar semillas de al menos 50 plantas distribuidas al azar, de manera de conseguir que gran parte de la diversidad genética de esa población esté representada en la muestra. En caso de contar con muy pocos individuos (<10-20) y pocas semillas disponibles (500-1.000), situación común en especies raras y en peligro de extinción, es conveniente recolectar y mantener las semillas de cada individuo en bolsas separadas. Esta práctica facilitará la regeneración o multiplicación de las semillas en el futuro.

Si la preevaluación de la población indicó que existen eco tipos o subpoblaciones distintas se debe escoger la más representativa, o tomar muestras separadas de cada una de ellas. Esto claramente depende de los objetivos e interés del recolector.

Como norma, se reitera, no recoger más del 20% de las semillas maduras viables y sanas, disponibles al momento de la recolección, para así evitar cualquier efecto en la capacidad de regeneración de la población. Una excepción es cuando se requiere realizar un rescate de una población cuya destrucción por factores antropogénicos o naturales es inminente.

Técnicas de recolección de semillas

Existen varias técnicas de recolección de semillas. La selección de la técnica más apropiada depende de la especie, particularmente de la unidad de dispersión (frutos carnosos, frutos secos indehiscentes, semillas individuales) y del tipo de dispersión. Se debe tener presente la idea de maximizar la recolección de semillas en la fase de dispersión natural en la forma más eficiente, en términos de tiempo y esfuerzo. La elección del recipiente de recolección depende del tipo de fruto o semilla y de la especie a recolectar.

En general:

- El balde o cubo plástico es adecuado para la recolección de frutos enteros de árboles y arbustos, y permite a los recolectores usar las dos manos para la recolección.
- La bolsa o sobre grande de papel facilita la recolección de semillas de gramíneas, semillas con 'aristas' o frutos con ganchos que normalmente quedan trabados en las bolsas de tela.
- La bolsa plástica sirve para recolectar frutos carnosos muy maduros.
- La bolsa de tela sirve para recolectar y transporta la mayoría de las muestras, salvo de frutos carnosos maduros.

Entre las técnicas de recolección más útiles están:

Cosecha de los frutos enteros

Es el método más básico y muy flexible en que la cosecha se hace a mano. Sin embargo, se debe considerar si existe otro método más eficiente. Este método es apropiado para los casos en que:

- Se puede identificar fácilmente la fase de dispersión natural, por ejemplo, por cambios de color o textura.
- No se pueda separar los frutos inmaduros y dañados con otro método de recolección más eficiente.
- Los frutos están en una ubicación accesible, permitiendo el uso de las dos manos para depositar las semillas en un balde u otro recipiente amarrado a la cintura.
- Los frutos contengan un alto número de semillas, sean carnosos o secos indehiscentes.

Apretar la panícula o espiga con la mano y deslizarla hacia arriba

Es el método más efectivo para las gramíneas u otras especies con infrutescencias compactas. En la mayoría de las gramíneas consiste en sostener y apretar suavemente la base de la panícula o espiga con la mano enguantada moviéndola desde la base al ápice de esta. De esta manera se desprenderán la mayoría de las semillas maduras. Aunque es muy eficiente y efectivo, este método aumenta la probabilidad de recolectar semillas inmaduras.

Este método es más apropiado para:

- Poblaciones que no se sobreponen en su distribución con poblaciones de especies taxonómicamente relacionadas.
- Poblaciones uniformes en su fenología, es decir, con todas las panículas y toda la espiga en la fase de dispersión.

Cortar ramas con frutos

Este método consiste en cortar racimos o grupos de frutos, utilizando tijeras extensoras. Se debe visar cada racimo recolectado para evitar la posibilidad de incluir frutos inmaduros y semillas que no hayan alcanzado su máxima longevidad. Tiene la desventaja de que se puede causar algún tipo daño posterior a los árboles (por ejemplo, ingreso de hongos o insectos a través del área cortada).

El método es apropiado para:

- Árboles o arbustos cuyos frutos se encuentren en las partes terminales de las ramas y fuera del alcance del recolector.
- Especies abundantes, que toleren el corte de algunas ramas y follaje.

Sacudir o golpear las ramas para desprender frutos o semillas

Este método es muy efectivo cuando se observan frutos con distintos grados de madurez en una planta. Al sacudir suavemente las ramas, los frutos o semillas que se encuentren en la fase de dispersión natural se desprenderán fácilmente. En cambio, los frutos o semillas menos maduras no caerán. Para recogerlos, se puede colocar una lona bajo los árboles, o un balde bajo un arbusto y posteriormente sacudir las ramas. Este método también puede ser aplicado para recolectar semillas de herbáceas (Ej. Plantas geófitas), cuando exista una alta proporción de semillas por planta en la fase de dispersión natural.

Recolectar desde el suelo

Muchas veces se encuentran frutos o semillas en el suelo, bajo el follaje de árboles o arbustos, los cuales pueden ser recolectarlos para fines de conservación. Sin embargo, se corre el riesgo de que estén atacados por insectos o patógenos. Otra desventaja de este método es que las semillas puedan haber caído desde hace mucho tiempo y haber envejecido demasiado, reduciéndose la longevidad o potencial de almacenamiento. Por lo tanto, hay que revisar las semillas con cuidado, notando diferencias en color, textura, etc. Sólo se debe recolectar semillas del suelo cuando se ubica a la planta madre (en algunos casos esto es difícil), cuando las semillas se han dispersado recientemente, cuando no se observa daños físicos o cuando no es posible utilizar una técnica más apropiada.

El trasplante de árboles y arbustos no es muy viable o recomendable debido a que dichas prácticas implican la pérdida de una buena parte del sistema radicular, lo que representa un fuerte estrés para los individuos. Esta situación empeora en ambientes relativamente secos, donde es clima es estacional, como la selva baja caducifolia y la mediana subcaducifolia, en los que el agua es un factor limitante en determinadas épocas del año. El éxito en el establecimiento de árboles que han sido banqueados depende en gran medida del riego post-transplante que se les proporcione; lo cual incrementa fuertemente el costo de mantenimiento. Debido a lo anterior y a que las especies arbustivas y arbóreas que se ubican a lo largo del trazo a impactar son especies abundantes, se optó por recomendar para éstas, la colecta de semillas y no la reubicación de individuos completos; ya que además la mayoría de los arbustos que se observaron a lo largo del tramo rebasan el metro de cobertura lo que dificultaría el trabajo de remoción.

La importancia de establecer alguna estrategia de preservación de las especies arbustivas y arbóreas de la zona radica en que éstas desempeñan una función ecológica muy importante que es la de proveer sitios seguros para el establecimiento y desarrollo de plántulas, estos sitios seguros son conocidos como "islas de recursos" y a las plantas que los proveen se les conoce como nodrizas. Por lo tanto, se propone el rescate de frutos y semillas de las principales especies arbustivas y arbóreas de la zona.

Tabla. 18 especies que se sugiere sean recolectadas semillas para su posterior propagación.

Especie	Nombre común
Juniperus flaccida	Enebro triste
Alnus jorullensis	Aile
Pinus pseudostrobus	Pino lacio

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

VIVERO TEMPORAL

Para el programa de rescate será indispensable la construcción de dos viveros temporales, en ellos serán depositados todos los ejemplares rescatados, abarcando especies arbustivas y arbóreas en etapa juvenil o adulta. La localización debe de ser en un lugar estratégico y que se encuentre en la parte media de la obra, esto tendrá como ventaja el transporte de los ejemplares, dicho lugar debe de ser proporcionado de manera

temporal por las autoridades del Comisariado de Bienes Ejidales, ya sea que se preste temporalmente o sea rentado. El terreno donde se ubique el vivero debe tener un suelo donde sus elementos (limo más arcilla) se encuentren en una proporción del 15 al 25 % de la composición total, con un subsuelo fértil y permeable, además de encontrarse bien nivelado.

En la sección de almácigos se sembrarán las semillas con la finalidad de lograr plántulas que serán utilizadas luego en la reforestación. La época de siembra se determinará en base a las exigencias de cada especie, pero por norma general se sugiere en el inicio de época de lluvias. El área de aclimatación es donde se colocarán los ejemplares en bolsas individuales y se les brindará las condiciones ambientales propias del área donde serán trasplantadas, para lograr una mejor sobrevivencia en campo.

En esta área se le dará a la población de plántulas obtenidas cuidados específicos para el éxito en la reforestación, los elementos a manejar son:

- Humedad
- Control de malezas
- Control de plagas y enfermedades
- Selección de ejemplares, aquí se eliminarán aquellos con poco vigor, enfermos y mal formados.
- Deberá de contar con una zona de sombreado mediante la colocación de platabandas que disminuirán el estrés lumínico, esta deberá de ser con malla sombra al 50%.
- Las dimensiones serán regulares, ya que se deberá de evitar gran concentración de plantas en cuarentena (menos de 2000 ejemplares), un modelo general debe de fluctuar entre 15 m de largo y 10 de ancho, con una altura de 2.5 m. El área donde estarán ubicados los viveros será de 25x25 m., es decir un área total de 625 m^2.

Para el presente proyecto se proponen dos viveros de resguardo, esto al ser una gran extensión y evitar el estrés de las plantas en el traslado, así como asegurar el abastecimiento de agua.

Imagen. 12 Ubicación del vivero temporal



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Los viveros son conjuntos de instalaciones que tienen como propósito la producción de plantas. La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar los efectos depredadores y de enfermedades que dañan a las plántulas en la etapa de mayor vulnerabilidad.

Según las necesidades que se requieran existen dos tipos de viveros: los temporales y los permanentes.

Los viveros temporales o volantes se proyectan y construyen para abastecer de planta a la repoblación de una comarca de forma que, cuando ésta termina, se abandonan su cultivo e instalaciones y, por tanto, producen únicamente plantas de una o dos especies y con poca diversidad en cuanto a la forma y tipo de estas.

Las ventajas de los viveros temporales serán: menor coste de instalación; producir planta en el mismo medio o estación que se va a repoblar; no existir desfases temporales de actividad vegetativa entre el vivero y el monte a repoblar; y producir menos daños y costos de almacenaje y transporte.

Los inconvenientes de los viveros temporales serán: costos de cultivo mayores por escasa mecanización; y pérdida final de la inversión en infraestructuras. Las ventajas e inconvenientes de los viveros permanentes se pueden deducir de los enunciados para los viveros volantes.
Componentes:
Básicamente el vivero debe contar con las siguientes instalaciones:

- Semilleros: Es el sitio de depósito de camas de tierra.
- Áreas de envasado: Son los llamados también bancos de tierra.
- Platabandas: Son las estructuras que sombrean a las plántulas.
- Lotes de crecimiento: Es el sitio de futura elección de las plántulas a trasplantar.
- Bodega: es el sitio de depósito de insumos (abonos, regaderas, mangueras y otros).

Además, el sitio de almacenamiento de plantas, y la acometida o conexión con grifo de agua, aspersores y manguera para riego, y el equipo e infraestructura de riego. Algunas fases son: la siembra, crecimiento, el trasplante y el crecimiento inicial y el sitio definitivo de las plántulas

Semillero

Es un sitio para que las plantas crezcan hasta determinado tiempo y luego se pasan a otro lugar del vivero, para su futuro trasplante final. Depende del tamaño total del vivero, lógicamente así debe ser el semillero (para un vivero de 10m^2 debe ser de un 1 m²) formado por una cama de arena de 10 cm; en él se recomienda que se haga la siembra de las semillas en líneas por especie de 15 a 20 cm de ancho y separadas por cuerdas o tablas o guaduas, buscar madera abandonada deconstrucciones cercanas o restos de madera sin uso. Se debe colocar en la base y perímetro interior, costal o plástico perforado para evitar que la arena se derrame. El semillero puede tener capacidad para 200 a 500 plántulas. Las semillas una vez germinadas y de 3 a 5 cm de altura se trasplantarán a las bolsas de los lotes de crecimiento, las semillas que se siembren serán principalmente de especies propias de la zona. Se debe rotular con el nombre de la plántula.

Primero las semillas se seleccionan y clasifican. Visualmente se retiran las de mala presentación, carcomidas o incompletas. Si no se van a sembrar inmediatamente, las semillas deben guardarse protegidas del calor, la humedad, la luz y las plagas en frascos de vidrio, plásticos, cajones de plástico aireados, cubiertas con capas de ceniza. No se recomiendan bolsas de plástico. Si no se está seguro de la calidad de la semilla, se pueden colocar tres o más por envase; pero si germina más de una, deben cortarse y dejar la que físicamente se vea más fuerte y de mejor color en los brotes. Las semillas se siembran como máximo a una profundidad del doble del tamaño de ella misma.
Las estacas, esquejes o espolones deben enterrarse más o menos hasta la mitad. Si se pone muy profunda, pueden podrirse, sin que crezca el tallo. Si se ponen muy arriba, pueden secarse y voltearse por la falta de raíces. En lo posible, se debe recolectar semillas de árboles tradicionales preguntando a los mayores de edad de la zona sobre los árboles que ellos conocían cuando eran pequeños y cuáles de los árboles actuales no se conocían, estos últimos nos dicen que posiblemente han sido introducidos en la zona y no es recomendable sembrarlos por su futura adaptación al medio.

Área de envasado o bancos de tierra

Es importante contar con la tierra suficiente y de buena calidad para el llenado de bolsas. La tierra debe ser franco arenoso (es decir no muy arcillosa y debe contar con algo de arena) para facilitar el desempeño de la aireación de la plántula. La calidad de la tierra se puede mejorar con un 30% de bobinaza y el 70% restantes de la tierra del lugar. La tierra se debe revisar para evitar contenido de hormigueros, escombros, terrones, vidrios, plástico u otros objetos que impidan el paso de agua y oxígeno. Se puede tapar con un plástico durante 5 a 10 días para hacer control de plagas. Adicionar cascarilla de arroz es útil si se tiene, básicamente para evitar apelmazamiento. Cualquier tierra que se emplee, se debe mejorar con abonos preferiblemente de origen orgánico como por ejemplo la bobinaza.

- Bolsas

Se debe contar con bolsas plásticas (de polipropileno) para la contención de las plantas. Aunque se pueden reutilizar productos desechados en el hogar ej. Botellas de pet, latas armazones de ventiladores (para cola de quetzal son especiales) etc. Las bolsas se consiguen en diferentes tamaños y dependen del tipo de plántula. Bolsas demasiado grandes desperdician tierra y demasiadas pequeñas no sirven para árboles. Se pueden usar bolsas de supermercado, pero en todo caso se deben perforar para facilitar el paso del agua. Las bolsas se ordenan por tipo de plántula y se puede colocar un letrero con marcador indeleble o dentro de una bolsa plástica para evitar que se moje. Se escribe la información acerca de la especie de árbol o planta y fecha de siembra.

El grosor o calibre es importante, no puede ser muy delgado pues se rompen fácilmente. Para plantas pequeñas de jardín, singla y pasto como el maní forrajero, las bolsas son mucho más pequeñas.

- Abonos

Los abonos recomendados para vivero son de 2 tipos:

1. Para desarrollar la planta y facilitar el crecimiento.
2. Para follaje y floración. En cualquiera de los dos casos, comercialmente se pueden conseguir, pero lo ideal es aplicar compost y caldos de microorganismos que no solo sirven de abono sino también de control de plagas.

Malla sombra

Se refiere al techo del vivero. Este se consigue comercialmente con el nombre de malla sombra. La mayoría son de 4 m de ancho o más. Su función es doble: proteger de la acción directa del sol y mejorar la humedad del sitio. El grado de paso de luz por su tejido se mide en porcentaje. Se recomienda para zonas muy calientes el más tupido a grado medio. Su sostenimiento se hace con guaduas o postes a una altura de 2 a 3 m con caída para evitar almacenamiento de hojas de árboles cercanos. Se templa utilizando alambre. Es muy útil colocar esta malla ya que tamiza la luz del sol, protege del granizo (donde se dé el caso), y la lluvia la deja pasar en forma de rocío y además deja pasar el aire. Recordemos también que la poli sombra alberga calor.

Lotes de crecimiento

Son acondicionados dependiendo la cantidad de plántulas, tiempo del vivero y cantidad de materia prima con que se cuente. Aquí pueden pasar días o meses dependiendo si son especies forestales, para especies pequeñas el trasplante se efectúa rápidamente después de la germinación, en cuanto se desarrollan algunas hojas. Desde cualquier punto de vista es preferible realizarlo prematuramente, pues así se garantiza una buena recuperación y se evita la crisis del trasplante, se trasplantan de las camas o envases (si allí se dio la siembra), dos o tres semanas después de la germinación, aunque el tiempo puede variar hasta cinco semanas, dependiendo de la especie. Aun cuando las raicillas laterales no se han desarrollado, pues una vez que aparecen las hojas verdaderas y las raíces laterales, el trasplante puede resultar perjudicial para ellas. Es recomendable trasplantarlas cuando las plántulas tienen 2 cotiledones.

Formar canteros colocando de 8 a 10 bolsas de frente, separándolas entre sí 5 centímetros. Dejar calles de separación de cuarenta (40) centímetros de ancho entre canteros para facilitar el riego y las deshierbas.

Bodega

La bodega debe estar protegida con techo para que los rayos del sol no alteren las condiciones biológicas de los abonos, además para proteger los demás equipos o componentes del vivero. En este lugar se guardan las herramientas cuando no están en uso.

Ubicación del vivero

- El vivero debe estar cerca del sitio de plantación.
- Asegurarse de que el terreno esté cerca de una fuente de agua, pues el tamaño del vivero está limitado por la cantidad de agua disponible, se necesita como mínimo un litro de agua por planta y por semana. El terreno debe ser lo más plano posible y que además tenga buen drenaje, es decir que no se encharque.
- Que este protegido contra vientos fuertes.
- Que no tenga demasiada sombra (cuando hay demasiada sombra las plantas no crecen bien, se ponen amarillas y aparecen enfermedades.

- No debe estar totalmente expuesto a los rayos del sol, porque las plántulas no crecen fuertes y se pueden secar (depende de la zona climática donde se establezca el vivero).
- Un metro cúbico de tierra alcanza para 300 bolsas aproximadamente (para el llenado) en bolsas de medio kilo.
- Dejar vías de tránsito de 1 metro de ancho estratégicamente dentro del vivero a fin de facilitar el transporte de materiales y la sacada de las plantas. Esto se da en los lotes de crecimiento.
- Iniciar el trasplante del frente de la vía de acceso hacia el fondo, a fin de facilitar la movilización de las plantas cuando estén aptas para el trasplante al lugar definitivo.

El área de aclimatación es donde se colocarán los ejemplares en bolsas individuales y se les brindará las condiciones ambientales propias del área donde serán trasplantadas, para lograr una mejor sobrevivencia en campo.
En esta área se le dará a la población de plántulas obtenidas cuidados específicos para el éxito en la reforestación, los elementos a manejar son:

- Humedad
- Control de malezas
- Control de plagas y enfermedades
- Selección de ejemplares, aquí se eliminarán aquellos con poco vigor, enfermos y mal formados.
- Deberá de contar con una zona de sombreado mediante la colocación de platabandas que disminuirán el estrés lumínico, esta deberá de ser con malla sombra al 50%.
- Las dimensiones serán regulares, ya que se deberá de evitar gran concentración de plantas en cuarentena (menos de 2000 ejemplares), un modelo general debe de fluctuar entre 15 m de largo y 10 de ancho, con una altura de 2.5 m. El área donde estarán ubicados los viveros será de 25x25 m., es decir un área total de 625 m^2.

Deberá de contar con todo el material de trabajo necesario para el desarrollo de actividades propias del manejo de vivero y de rescate.

Mantenimiento en vivero. Comprende actividades de riego, fumigación y fertilización, cuyo fin es asegurar el crecimiento óptimo de las plantas. Dependiendo del tipo de propagación (sexual o asexual), así como de las especies, la cactácea de vivero puede estar lista para salir del mismo en un par de meses o en varios años.

Todos los individuos extraídos serán removidos para su restablecimiento en un vivero temporal. Este acondicionamiento consiste básicamente en:

- Poda de raíces (dejar las raíces principales de aproximadamente 15 cm) y la aplicación de fungicida y cicatrizante o antibiótico agrícola.
- Aplicación de limpieza de corte y heridas, consiste en hacer cortes limpios y de la menor superficie posible en el sistema radicular, particularmente de aquellas que pudieran haberse desgarrado en la extracción, esta actividad tiene como propósito disminuir el ataque de enfermedades fungosas.
- Cicatrización de heridas a través de un sellante con acción fungicida.
- El tratamiento con fungicidas y bactericidas es primordial, esto permitirá tener un mayor porcentaje de supervivencia de los ejemplares, disminuyendo el ataque de patógenos.
- La permanencia en el área de restablecimiento es de dos a tres semanas (para ejemplares mayores a 20 cm de altura), siempre y cuando las raíces hayan cicatrizado.
- Los ejemplares de talla menor serán conservados por lo menos tres meses en el vivero temporal hasta lograr su restablecimiento total.

Cicatrización y enraizado de esquejes. Los esquejes son tratados con sustancias que favorecen la cicatrización, como azufre o canela en polvo. Así mismo pueden utilizarse fitohormonas, también conocidas como enraizadores, para inducir al esqueje a una rápida formación de raíces.

Proceso de estrés. De manera previa a su reintroducción en campo, la planta debe de ser sometida a un proceso de estrés, mediante su exposición gradual a situaciones de sequía e insolación cada vez mayores, a fin de prepararla para soportar las condiciones naturales de su hábitat. Aun así, es conveniente incorporar la cactácea a su entorno en la época más favorable (estación de crecimiento) para su establecimiento, la cual varía de acuerdo con la especie.

Reposición de pérdida. Consiste en reponer las plantas muertas como resultado de la reubicación, mediante el uso de cactáceas producidas en el vivero. Los ejemplares de reposición son tratados de manera similar a las plantas reubicadas.

Plantas excedentes. Es de esperarse que un programa de manejo exitoso que utilice esta metodología genere gran cantidad de plantas en excedentes, las cuales serán utilizadas en las labores de los programas de reforestación y conservación de suelos, y también como plantas madre en viveros o jardines botánicos. Otra opción es que sean entregadas a sociedades interesadas en el estudio y conservación de cactáceas o algún otro destino que determine la autoridad competente.

MÉTODO DE REUBICACIÓN O REINTRODUCCIÓN

Una vez cicatrizadas las heridas de aquellos ejemplares que sufrieron daño en el rescate, serán plantadas en las áreas asignadas para la reintroducción, reforestación y conservación de suelos, estas áreas designadas para los diferentes programas serán revegetadas con material de rescate o de propagación en vivero.

Las plantas extraídas que no sufrieron daños durante el rescate se pueden reubicar inmediatamente a los sitios que fueron seleccionados para la reintroducción, reforestación y conservación de suelos. Es muy importante mantener la orientación original del ejemplar, con base en la exposición de la pendiente, a fin de evitar quemaduras solares. Una vez sembrada es necesario compactar la tierra alrededor de la planta y colocar varias piedras, a fin de evitar que sea dañada por roedores y ramoneo de cabras.

La reintroducción se hará de forma manual con el apoyo de palas, picos, barrenas, etc., de preferencia en la mañana para evitar deshidratación por las excesivas temperaturas, se deben excavar hoyos de acuerdo con las dimensiones de los ejemplares y tapar con suelo del mismo sitio de reubicación. Todos los ejemplares deberán conservar sus etiquetas de identificación, esto servirá para monitoreos posteriores.

De igual manera que el rescate, todo ejemplar reintroducido deberá de ser inventariado y/o registrado en una bitácora de campo, anotando nombre científico, nombre común, familia, al igual que el número de identificación de su etiqueta.

Mantenimiento post-reubicación. Se lleva a cabo con la finalidad de asegurar la supervivencia del mayor número de ejemplares. Las actividades por realizar pueden incluir riego, deshierbe, fertilización y eliminación de pudriciones, si la planta manifiesta pudrición puede ser llevada al vivero y de esta manera se puede atenuar el problema hasta su recuperación.

Durante el traslado de los ejemplares

- El traslado de las plantas rescatadas deberá hacerse durante las primeras horas del día, ya que en estas horas las condiciones de temperatura favorecen la sobrevivencia de estas.
- Los individuos deberán ser transportados en condiciones que eviten estrés hídrico y eólico. Es decir, los ejemplares deberán mantenerse en condiciones de humedad (en bolsas de invernadero que contengan sustrato extraído de la zona de rescate).
- Los ejemplares deberán de transportarse en vehículos cerrados para evitar el estrés hídrico y eólico por la exposición directa a los rayos solares y corrientes de aire (se procurará el uso de vehículos que cuenten con caseta).
- Los ejemplares deberán estar distanciados al menos 5 cm entre sus copas, lo anterior para evitar cualquier daño durante el traslado. Se recomienda el uso de alguna estructura (que pueden ser cajas de cartón) que evite el contacto entre los ejemplares para evitar algún tipo de daño físico (como ruptura de ramas o pérdida de hojas por aplastamiento o movimientos bruscos).
- Para procurar el menor estrés posible provocado por el traslado, se coordinará logísticamente el rescate de los ejemplares de una misma localidad o localidades aledañas.

Indicadores del resultado del Rescate y Trasplante

Los indicadores que se pueden utilizar para conocer el éxito del trasplante y rescate son los siguientes:

- Superficie (ha).
- Ejemplares plantados en la reintroducción (plantas muertas y vivas).

- Supervivencia (%). Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, en base al porcentaje de árboles que subsistieron al trasplante. Se realiza un censo un año después del trasplante, verificando de manera directa el estado que guarda la reforestación.

Entre los datos levantados en campo, destacan los siguientes:

- Calidad de la planta (vigor).
- Adaptación (el grado en que la especie plantada es adecuada al sitio).
- Número de plantas vivas y muertas, así como las principales causas de muerte de las plantas en campo. Es importante recabar el dato de número de plantas vivas en el predio o área de reintroducción.

A continuación, se presenta una tabla para el registro de indicadores del éxito del trasplante de ejemplares, este método también es aplicable para la reforestación.

Tabla. 19 formato para el registro de los datos en la etapa de monitoreo y seguimiento de las especies rescatadas

No. Progresivo	Nombre común	Nombre científico	Condición	Daño	Daño (%)	Altura total (m)	Vigor

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En donde se indicará la Condición de acuerdo con la clasificación siguiente:

Tabla. 20 Condiciones de la planta

Clave	Descripción
1	Árbol vivo
2	Árbol muerto en pie
3	Tocón

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En la casilla de "Daño", se anotará el número de la clave de daño principal en los árboles vivos o la causa de su muerte en los sujetos muertos, de acuerdo con la siguiente clasificación.

Tabla. 21 Daños de la planta

Clave	Daño	Descripción
1	Ausencia de daño	El árbol no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas y enfermedades
2	Daño humano	El árbol manifiesta heridas causadas por el hombre.
3	Incendios	Presencia de carbonización en troncos y ramas o desecación o pérdida del follaje.
4	Insectos	Daño causado por insectos barrenadores, descortezadores, defoliadores
5	Viento	Árboles descopados o ramas y ramillas desgajadas, a consecuencia del embate del aire.
6	Enfermedades	Daños causados o indicados principalmente por hongos. (deformaciones o protuberancias de los tallos, ramas y frutos, así como manchas foliares o clorosis)
7	Roedores	Daños en el tallo, ramas, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones.

8	Pastoreo	Pisoteo y ramoneo principalmente de brotes nuevos.
9	Otros	Cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Se anotará el porcentaje de individuos afectados por tipo de daño en la casilla Daño (%).
La altura total del individuo se medirá desde la base del árbol hasta la punta de la copa; para el caso de las especies arbóreas y arbustivas se tomará la altura de la rama más alta que integre la copa total del individuo.
El vigor puede considerarse como una manifestación de adaptación del sujeto al medio en que se desarrolla.
La codificación por utilizar es la siguiente:

Tabla. 22 vigor de las plantas

Clave	Vigor
A	optimo
B	bueno
C	pobre
D	Muy pobre o mínimo

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Selección de sitios de reubicación de ejemplares de especies de flora rescatados

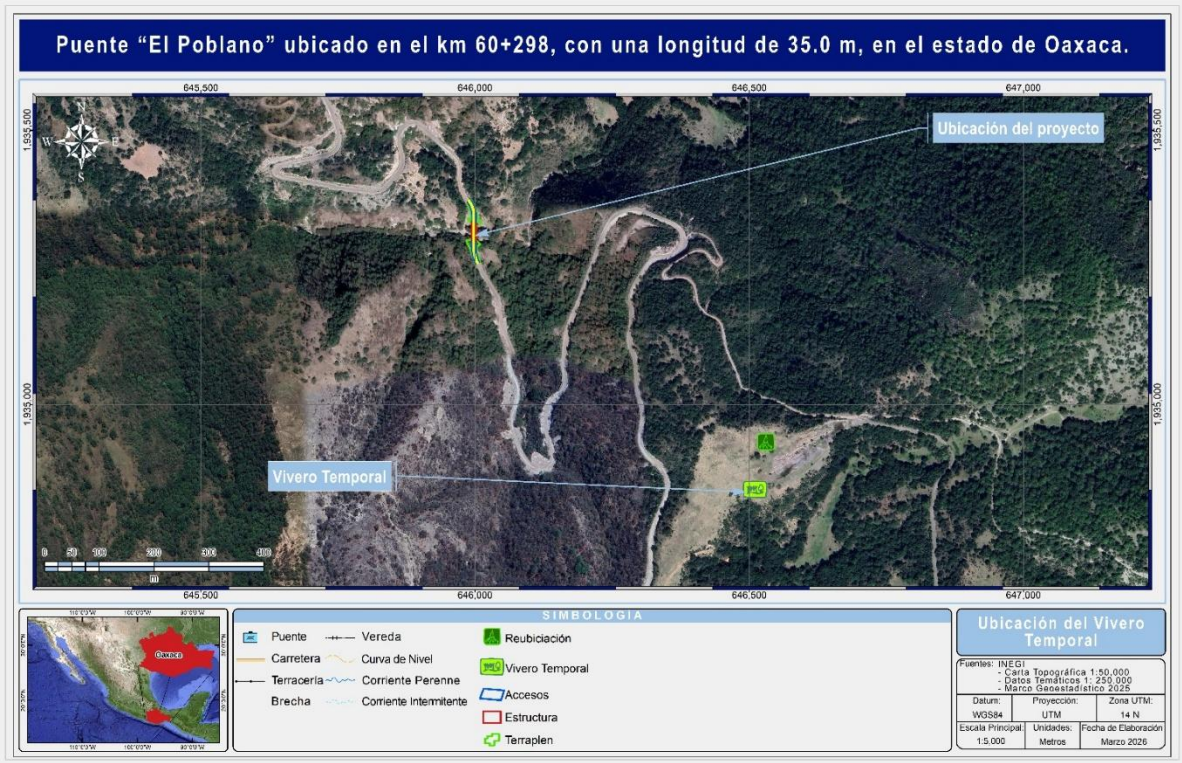
Una parte sustancial para obtener un sitio de reintroducción, lo constituye el manejo del hábitat, para lo cual debe haber una estrecha colaboración entre autoridades locales, federales y técnicos, para incluir métodos de conservación de las porciones de terreno seleccionadas y asegurar la viabilidad de las poblaciones a reintroducir o reubicar, estableciendo medidas de mantenimiento, restauración y recuperación de hábitat en cada sitio de reubicación.

Se deberá contar con un mapa de vegetación, morfología, climas e hidrología de la zona y del trazo del proyecto, para que de esta forma se haga una proyección de los lugares que sean candidatos para reintroducir las especies.

También se deberán realizar prospecciones a sitios dentro y fuera del derecho de vía, donde existen fragmentos de vegetación arbórea o bien donde se encuentren ejemplares de la misma familia botánica, así como vegetación tipo, presencia y diversidad de epifitas, diversidad de especies arbóreas, arbustivas, herbáceas, además de efectuarse observaciones y determinaciones de pendiente, suelo, altitud e impactos ambientales presentes; todo esto con la finalidad de reconocer los sitios con capacidad de hospedar a los ejemplares a reubicar.

El total de plantas rescatadas se distribuirá en el mayor número de sitios posibles, evitando colocar todos los ejemplares en un mismo sitio, y así tratar de conservar la densidad natural de la zona. El número de sitios dependerá de la cantidad de ejemplares a reintroducir y de la disposición de sitios. Es importante conocer el tipo de tenencia de la tierra donde se ubicarán, para evitar conflictos con los pequeños propietarios o ejidatarios, se recomienda concertar una cita con los propietarios para explicar los alcances y las metas del plan de rescate y pedir la autorización de éstos para que los ejemplares queden ubicados en sus propiedades y hacer conciencia de la importancia de la actividad y se respete las plantas en los sitios seleccionados.

Imagen. 13 Áreas propuestas para reubicación de especies rescatadas



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Acciones emergentes

Los individuos, considerando un periodo de seguimiento de por lo menos cinco años.

En este apartado se describe un plan de monitoreo a 5 años, el objetivo es asegurar la supervivencia de las plantas rescatadas y reubicadas in situ y de aquellas que fueron seleccionados para el albergue temporal, la propagación y su posterior utilización en las acciones de reforestación. En cualquiera de los casos, de las especies rescatadas se llevará a cabo el mismo plan, y el umbral de alarma para ejecutar las acciones de remediación será una supervivencia menor al 85%. Para conocer este dato, se requerirá de visitas periódicas a los sitios de reubicación o de mantenimiento al vivero temporal. Para hacer posible la evaluación de la tasa de supervivencia, se realizará lo siguiente:

- Registrar la cantidad de individuos rescatados.
- Se deberá registrar la supervivencia, crecimiento y mortandad de las plantas, las cuales se irán evaluando a través de gráficas o bases datos.
- Estado fenológico (fructificación, floración, etapa de desarrollo vegetativo y de letargo).
- Depredación. Daños y cusas (ramoneo, enfermedad, radiación solar, etc.).
- Se considerará umbral de alerta si la sobrevivencia es menor del 85 %.
- Si se presenta algún problema fitosanitario, inmediatamente se le dará atención para evitar que infecte el resto de la población. Por lo cual se deberá contratar personal capacitado para que coordine las actividades y tome las decisiones pertinentes para aplicar acciones correctivas.

Posterior a cada monitoreo se elaborará un informe y registro, mismos que deberán incluir un anexo fotográfico que corrobore y compruebe la actividad ejecutada. Cabe señalar que el ejecutivo resuelve que el éxito del programa corresponde al 85% de supervivencia de los ejemplares reintroducidos.

Monitoreo del rescate y reubicación in situ

Para llevar a cabo un adecuado y exitoso traslado de ejemplares es necesario preparar el terreno y la cepa. Dado que estas acciones se llevarán a cabo en el mismo hábitat, la supervivencia de los ejemplares rescatados será mayor. Uno de los riesgos principales es la exposición de las raíces y bulbos a la oxidación provocada por el aire, para lo cual el procedimiento de traslado y siembra será inmediato para garantizar la supervivencia. Cada individuo reubicado deberá ser marcado mediante placas de identificación que permita su monitoreo.

El sitio elegido considera factores ambientales que incluyen el tipo de suelo, la exposición a la insolación, temperaturas promedio, disponibilidad de agua y en el caso de algunas especies el requerimiento de protección o plantas tutoras o nodrizas que aumentan el éxito del rescate y la reubicación de las especies.

Conociendo el hábitat de las especies, es posible identificar las necesidades nutrimentales y el tipo de suelo que se suministrará. La adecuada elección del sitio permitirá una mejor adaptación al nuevo entorno. Uno de los objetivos es reducir el estrés que provoca el desenraizar las plantas, que se minimiza con una menor exposición del sol y temperaturas menos intensas que serán tomadas en cuenta en este programa. Asimismo, es de importancia el seguimiento y observación de los ejemplares reubicados, para lo cual se ha contemplado el monitoreo del trasplante, con la finalidad de asegurar la adecuada adaptación de los ejemplares. La cuantificación mediante el llenado de un formato de campo de registro incluye la supervivencia, mortalidad, condiciones ambientales del suelo y otros factores presentes al momento del monitoreo. Básicamente se evalúa la apariencia y el estado de salud del individuo. Posteriormente, las hojas de registro conformarán una base de datos para el análisis e interpretación.

En caso de reportarse una sobrevivencia menor al 85% en las plantas producto del rescate, se propagarán más plantas ya sea por medios vegetativos o por semillas. Se deberán reponer los ejemplares muertos y se supervisará que las labores de trasplante se realicen de forma correcta para evitar la mortalidad de los nuevos individuos. Las revisiones en campo se realizarán en la primera visita posterior a la reubicación de los individuos. La segunda a los 2 meses transcurridos desde la reubicación, la tercera dentro de otros 3 meses, completando 6 meses de monitoreo inicial y subsecuentemente cada 6 meses hasta cumplir 5 años de monitoreo.

El coordinador se encargará de llevar una bitácora de las visitas donde registrará estado de los individuos rescatados, para lo cual tomará fotografías representativas. En caso de ser necesario se repondrán los individuos muertos mediante la obtención de nuevos esquejes de plantas aledañas, para lo cual se utilizará la misma técnica original, con una reducción del 25%.

Monitoreo del rescate y mantenimiento en vivero a través de las colectas de germoplasma seminal o vegetativo

El plan de monitoreo para constatar la sobrevivencia en vivero del 85% de los individuos, consistirá en la revisión de cada uno de los ejemplares o plántulas. En el tiempo que permanezcan en el vivero se evaluará el porcentaje de sobrevivencia mediante el conteo quincenal de aquellos que no sobrevivan durante los primeros 2 meses posteriores a su traslado al vivero o propagación por semilla, los cuales se consideran más críticos para la sobrevivencia. Deberán hacerse anotaciones sobre germinación, mortandad, supervivencia y crecimiento de las plantas, así mismo deberá tenerse registro fotográfico.

Posterior a los dos meses, se llevará a cabo un monitoreo periódico durante la totalidad del tiempo que permanezcan en el vivero. En este tiempo, se evaluarán cada mes los siguientes indicadores de adaptación y vigor de las plántulas:

- Supervivencia
- Altura

- En el caso de especies arbustivas, el diámetro basal (DB), y en especies arbóreas el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP).

En el siguiente inciso se presentan los indicadores de cumplimiento de estas acciones de protección y conservación de flora silvestre, referentes al rescate in situ de: *xxxxxxxxxx* y de la colecta de germoplasma vegetativo de esta mismas especies y colecta de semillas de 4 especies de opuntia, para su propagación en el vivero y posterior utilización en las acciones de reforestación. Además, aunque la sobrevivencia de especies en campo y vivero será supervisada conforme al plan de monitoreo e indicadores de cumplimiento del presente programa, el Programa de Reforestación contemplará a su vez la sobrevivencia de estos y la eficacia de las acciones.

Los indicadores de seguimiento de las medidas a utilizar deben ofrecer evidencia del resultado favorable del rescate y la reubicación realizada (por ejemplo: porcentaje de sobrevivencia de los ejemplares o parte de ellos reubicados).

Para evaluar la efectividad de las acciones realizadas, se implementará un sistema de monitoreo el cual consistirá en reportar lo siguiente:

Tabla. 23 Indicadores de cumplimiento

Indicador	Umbral esperado	Medida emergente en caso de no cumplir con el umbral
Monitoreo del rescate y reubicación en sitios adyacentes		
Sobrevivencia en campo de los individuos rescatados y plantados en el derecho de vía o sitios adyacentes.	Sobrevivencia de por lo menos el 85% de los individuos sembrados en buen estado fitosanitario.	Recolectar más germoplasma vegetativo hasta cumplir con el umbral. Sustituir los árboles muertos por otros provenientes del vivero, hasta cumplir con el umbral.
Crecimiento y desarrollo	SE refieren a condiciones ÓPTIMAS de desarrollo de cada especie.	Si se presenta algún problema fitosanitario, inmediatamente, se le dará atención para evitar que infecte el resto de la población. Por lo cual se deberá contratar personal capacitado para que coordine las actividades y tome las decisiones pertinentes para aplicar acciones correctivas.
Monitoreo del rescate y mantenimiento en vivero (a través de germoplasma seminal o vegetativo)		
Sobrevivencia de planta (a través de esquejes, brazos o hijuelos) en crecimiento en vivero.	Sobrevivencia de por lo menos 85 %.	Colocar para su enraizamiento nuevos brazos o esquejes necesarios mediante nuevas colectas hasta cumplir con el umbral.
Crecimiento y desarrollo	Condiciones ÓPTIMAS de desarrollo de cada especie.	Si se presenta algún problema fitosanitario, inmediatamente, se le dará atención para evitar que muera el ejemplar.
Sobrevivencia de plántulas (propagación a través de semilla) en crecimiento en vivero.	Sobrevivencia de por lo menos 85 %.	Recolectar más germoplasma seminal hasta cumplir con el umbral. Replantear la técnica de propagación por especie.
Crecimiento y desarrollo	SE refieren a condiciones ÓPTIMAS de desarrollo de cada especie.	Si se presenta algún problema fitosanitario, inmediatamente, se le dará atención para evitar que muera el ejemplar.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El coordinador responsable de ejecutar el programa entregará un informe por cada período de revisión para ser integrado a los informes que los responsables del proyecto entregarán a la SEMARNAT, de cumplimiento de los indicadores señalados.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y ACCIONES A DESARROLLAR

Para la calendarización de las actividades y acciones a desarrollar, se presenta una tabla con todas las acciones de protección y conservación de flora silvestre descrita en esta condicionante. En los casos que se considera pertinente se indica los días que se estima durará la actividad, varios de los períodos importantes se determinan dentro del primer año de actividades.

Tabla. 24 Programa de actividades y acciones a desarrollar.

Acciones o actividades	Duración	Años						Resultado
		1	2	3	4	5	6	
Rescate de ejemplares de	15 días	Un mes antes del desmonte del tramo correspondiente.						Individuos reubicados
Primer monitoreo de individuos rescatados y reubicados.	2 días	1 mes después de la replantación						Informe de estado de la plantación.
Segundo monitoreo de individuos rescatados y reubicados.	2 días	2 meses después de la replantación.						Bitácoras de estado de la plantación.
Tercer monitoreo de individuos rescatados y reubicados.	2 días	A los 3 meses después de la replantación.						Bitácoras de estado de la plantación.
Monitoreo cada 6 meses de individuos rescatados y reubicados.	2 días	A partir del 4 mes después de la replantación.	Monitoreo e informes cada 6 meses					Bitácoras e informes de estado de la plantación.
Reposición de individuos muertos.	Variable	Después del primer monitoreo y después de su detección cada 6 meses de ser necesario.	Cada 6 meses					Reposición de individuos muertos si la sobrevivencia es menor al 85%.
Construcción y acondicionamiento del vivero	15 días	Un mes antes del desmonte del tramo correspondiente.						Permitirá el rescate (frutos, semillas, esquejes, hijuelos), para su posterior desarrollo en el vivero temporal.
Colecta y rescate de frutos, semillas, esquejes e hijuelos para su propagación, mantenimiento en vivero y posterior utilización en acciones de reforestación.	15 días	Un mes antes del desmonte del tramo correspondiente.						Germoplasma seminal y vegetativo para su propagación y posterior utilización en las acciones de reforestación.
Enraizado de estacas y crecimientos de plántulas en vivero.	2-3 meses							Plántulas
Mantenimiento de especies en vivero antes de su plantación para acciones de reforestación.								Crecimiento y sobrevivencia de individuos rescatado mediante frutos, semillas, esquejes e hijuelos para su posterior utilización en las acciones de reforestación.
Elaboración de informes de cumplimiento								Elaboración de reportes semestrales y entrega de reportes de cumplimiento anuales.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

La ejecución de estas actividades está condicionada a la calendarización correspondiente de inicio de labores de la empresa constructora, así como la duración correspondiente de las obras y actividades del proyecto.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN ADICIONALES DE LOS POSIBLES IMPACTOS ORIGINADOS POR LA AMPLIACIÓN DE LAS ACCIONES DE DICHO PROGRAMA

De acuerdo con las actividades referidas en esta condicionante no se considera que habrá impactos adicionales por la aplicación de estas acciones de protección y conservación de flora silvestre, ya que tanto el rescate de ejemplares, como la colecta de estacas, frutos y semillas se realizará sobre superficies que serán desmontadas con el proyecto. La replantación de individuos por otra parte no implica más que el cavado de cepas en el área de su reubicación.

Responsable de ejecutar las acciones

El responsable de las acciones de rescate será un biólogo o ingeniero forestal que tenga conocimiento de la ejecución de programas de rescate para que coordine todas las actividades y que a su vez contará con 2 apoyos para que cumpla en tiempo y forma con el calendario de actividades de acuerdo con las especificaciones del resolutivo. No será necesario que permanezca de tiempo completo a lo largo del proyecto, sino que sus visitas serán temporales y espaciadas y estará en función de las demandas del proyecto. En el caso de la construcción y operación del vivero, habrá un coordinador que tenga conocimiento sobre manejo de plantas en vivero. Contará también con un apoyo. El jefe será el responsable el responsable de supervisar el trabajo que se lleva a cabo en el vivero, también con visitas esporádicas y por períodos breves de tiempo.

Otras consideraciones

A pesar de los esfuerzos que se plantean para las actividades de rescate y conservación de la flora silvestre a lo largo del camino, el proyecto forma parte de ecosistemas que han sido y seguirán siendo afectado por las distintas actividades antrópicas que se realizan en la región, principalmente la agricultura, de acuerdo con lo observado en las visitas en campo se constató que hay actividad de pastoreo. Estas actividades dejan pocos sitios no perturbados y que conserven su vegetación primaria, que permita la reubicación de los ejemplares descritos en este programa, esto es quizás una de las problemáticas más significativas que debe ser afrontada. Por lo que se sugiere hacer la gestión ante instituciones o jardines botánicos que respalden estas actividades de rescate, alojando y teniendo en custodia algunos ejemplares. Se debe considerar la posibilidad de que en los sitios que fueron destinados para los programas, se restrinja el paso de la ganadería menor ya que los animales son bastante agresivos en su ramoneo. La restricción servirá como una medida de éxito más en los programas.

ESTIMACIÓN DE COSTO PARA LA INSTRUMENTACIÓN DEL PRESENTE PROGRAMA

Las actividades de rescate que incluirán la identificación, el censo, rescate, mantenimiento y trasplante de los ejemplares de flora serán realizadas por personal capacitado (biólogos e ingenieros forestales), en la medida de las posibilidades se buscará la participación de los centros educativos estatales.

Dado que estas actividades deberán llevarse a cabo al mismo tiempo que los avances de las obras de la etapa de preparación del sitio, se realizarán salidas al campo conforme se vaya liberando el derecho de vía del proyecto. Cabe señalar, que el material que se cotiza a continuación podrá estar incluido dentro del monto total del presupuesto destinado en caso de realizar convenios con las instituciones estatales de educación superior. Asimismo, los sueldos propuestos para el personal especialista y ayudantes que trabajarán en las etapas antes descritas, también podrán estar incluidos en dichos convenios.

El personal, gastos operativos, materiales, equipo y herramientas se desglosan en la siguiente tabla, así como los costos estimados para la realización de estas.

Tabla. 25 Estimación de costos para la ejecución del rescate y reubicación de flora.

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Materiales				
Aceite para motor	LT	19	$80.00	$1,520.00
Gasolina	LT	720	$30.00	$21,600.00
Juego de llantas para camioneta	JGO	2	$3,652.00	$7,304.00
Bolígrafo bic punto fino negro caja con 12	PAQ	2	$63.50	$127.00
Facia bond carta con 500 hojas copamex	PZA	1	$517.00	$517.00
Lápiz bic evolution amarillo 12 pzas	PAQ	2	$65.00	$130.00
Libreta de campo	PZA	2	$85.90	$171.80
Tabla con clip acrílico office depot tamaño carta	PZA	5	$69.90	$349.50
Toner color para multifuncional Samsung	PZA	4	$1,800.00	$7,200.00
Toner b/n para multifuncional Samsung	PZA	2	$1,209.00	$2,418.00
Alambre galvanizado	KG	10	$102.00	$1,020.00
Alambre recocido	KG	23	$23.50	$540.50
Alambre de púas	ROLLO	9	$1,019.00	$9,171.00
Polietileno para vivero 6.20m de ancho	M	45	$104.50	$4,702.50
Madera (polines)	PZA	48	$85.00	$4,080.00
Clavos	KG	14	$30.00	$420.00
Cuerda en rollo	PZA	9	$330.00	$2,970.00
Cordel de nylon de 1/2 pulg.	M	41	$25.00	$1,025.00
Cintas distintivas en colores fluorescentes (flaging tape)	PZA	72	$25.00	$1,800.00
Charolas de poliestireno para germinación	PZA	36	$80.50	$2,898.00
Bolsas de polietileno negras para viveros con fuelle, en diferentes tamaños	KG	10	$99.90	$999.00
Costales de plástico e ixtle	PZA	135	$15.00	$2,025.00
Bolsas de papel estraza en diferentes tamaños	KG	14	$50.00	$700.00
Malla negra para vivero del 70% con refuerzo lateral	M	36	$500.00	$18,000.00
Malla sombra	M	36	$180.00	$6,480.00
Lonas o mantas (5x5m)	PZA	18	$385.00	$6,930.00
Cubetas de plástico	PZA	11	$55.00	$605.00
Escoba metálica	PZA	8	$115.00	$920.00
Tierra de hoja cernida	TON	1	$1,600.00	$1,600.00
Tierra negra	TON	1	$1,500.00	$1,500.00
Tezontle fino	TON	1	$2,500.00	$2,500.00
Vermiculita costal de 50kg	PZA	5	$680.00	$3,400.00

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Enraizador costal de 5kg	PZA	11	$195.00	$2,145.00
Guias de campo para identificación de vegetación	PZA	2	$1,000.00	$2,000.00
Total, materiales				$119,768.30
Mano de obra				
Ingeniero forestal	JOR	120	$2,600.00	$312,000.00
Biólogo 1	JOR	100	$2,600.00	$260,000.00
Auxiliar de campo 1	JOR	120	$1,416.67	$170,000.40
Total mano de obra				$742,000.40
Equipo y herramienta				
Herramienta menor	%	393	$100.00	$39,300.00
Camioneta Ford ranger xl doble cabina	HR	1440	$53.47	$76,996.80
Laptop Dell inspiron 15-5567 (1)	HR	720	$27.47	$19,778.40
Laptop Dell inspiron 15-5568 (2)	HR	720	$27.47	$19,778.40
Multifuncional Samsung sl-c480w/xax color	HR	90	$17.71	$1,593.90
Botiquín especializado pm1408pa	HR	54	$102.90	$5,556.60
Camara Nikon profesional	HR	144	$85.30	$12,283.20
Camara Nikon profesional	HR	144	$85.30	$12,283.20
Equipo de comunicación (set de 2 radios motorola walkie tolkie 2 vías 56 km mt350r uso rudo)	HR	360	$28.77	$10,357.20
Equipo para mantenimiento (pala, pala trasplantadora, pico, zapapico, carretilla, criba, martillo)	HR	360	$25.10	$9,036.00
Equipo para actividades de reforestación (machetes, hacha. Sierra, tijeras de poda, tijeras para tallos, escalera)	HR	360	$16.89	$6,080.40
Equipo de medición (cinta métrica, flexómetro, termómetro, clinómetro, altímetro, distanciómetro)	HR	360	$16.85	$6,066.00
Equipo para (bomba presurizadora, tanque cisterna 5000l, tinaco de 1100l, rollo de manguera de capas)	HR	360	$18.40	$6,624.00
GPS marca garmin modelo etrex20	HR	99	$27.54	$2,726.46
GPS marca garmin modelo etrex20 2	HR	90	$27.54	$2,478.60
Equipo de seguridad (polainas, botas y guantes)	HR	360	$19.84	$7,142.40
Sanitario portátil	HR	108	$663.50	$71,658.00
Total, equipo y herramienta				$238,081.56
Tota, general				$1,099,850.26

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

BIBLIOGRAFÍA

1. Benzing, D. H. 1990. Vascular epiphytes. Cambridge University Press, Cambridge.

2. Chase, M. W., J. V. Freudenstein, K. M. Cameron y R. L. Barrett. 2003. DNA data and Orchidaceae systematics: a new phylogenetic classification. Págs: 69-89. En: Dixon, K. W., S. P. Kell, R. L. Barrett y P. J. Cribb (eds.). Orchid conservation. Natural History Publications, Kota Kinabalu, Sabah.

3. Dressler, R. L. 2005. How many orchid species? Selbyana 26: 155-158.

4. Flores-Palacios, A., y P. Brewster. 2002. Introducción al cultivo de orquídeas. Instituto de Ecología, A.C.-Asociación.

5. Gómez-Pompa, A. 1965. La vegetación de México. Bol. Soc. Bot. Méx. 29: 76-120.

6. Gutiérrez-Carbonell, D., C. García-Sáez, M. Lara y C. Padilla 1993. Comparación de arrecifes coralinos Veracruz y Quintana Roo, Pp. 787-806. In: S.I. Salazar-Vallejo, and N.E. González (eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y aprovechamiento de la Biodiversidad y el Centro de Investigaciones de Quintana Roo. México.

7. Hágsater, E., M. Á. Soto-Arenas, G. A. Salazar-Chávez, R. Jiménez-Machorro, M. A. López-Rosas y R. L. Dressler. 2005. Las orquídeas de México. Instituto Chinoín México, D.F.

8. Halffter, G. y Ezcurra, E. 1992 ¿Qué es la biodiversidad? En Halffter G (Comp.) La diversidad biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana. Volumen Especial. México. p. 4.

9. Kress, W. J. 1986. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. Selbyana 9: 2-22.

10. Márquez-Huitzil, R.1999. Regeneración de la vegetación en distintos ensayos de restauración de minas de roca caliza a cielo abierto en una industria cementera, Ixtaczoquitlán, Veracruz. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Veracruz, México.

11. Murphy, P. G. y A. E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. Annual Review of Ecology and Systematics 17:67–88.

12. Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.

13. Zotz, G. y J. L. Andrade. 2002. La ecología y la fisiología de las epifitas y las Hemiepifitas. Págs.: 271-296. En: Guariguata, M. y G. Catan (eds.) Ecología y conservación de bosques neotropicales. Editorial Libro Universitario Regional, Costa Rica.

ÍNDICE

Introducción 5
Definiciones 5
Objetivos 7
Objetivo general 7
Objetivos específicos 7
Alcance 7
Antecedentes 8
Ubicación y delimitación del área del proyecto y del Región Ecológica particular. 9
Descripción del proyecto 9
Ubicación física 9
Características constructivas 12
Programa de trabajo de la obra 14
Caracterización de la RE 17
Caracterización de los factores abióticos 17
Reforestación 41
Criterios de selección de los sitios por reforestar 41
Criterios de selección de especies para la reforestación 41
Especies sujetas a afectación debido al proyecto 42
Plantación tipo marco real 43
Plantación tipo tres bolillo 43
Diseño en curvas de nivel 44
Densidad de la plantación 45
Cantidad de plantas a utilizar 46
Ubicación de las áreas a reforestar 46
Especies seleccionadas para la reforestación 47
Adquisición de las plantas para reforestar 51
Costos de las plantas 52
Manejo de las plantas 52
Riego antes del transporte 52
Forma de cargar las plantas 52
Traslado de las plantas 52
Protección de las plantas durante el transporte 53
Preparación del terreno 53
Golpe o pico de pala 53
Sistema de cepa común 53

Plantación 54
Apertura de cajete 54
Etapa de mantenimiento de la reforestación 55
Acciones emergentes 56
Rescate y apilamiento de suelo 59
Escarificación del suelo y acondicionamiento del sustrato para la forestación y/o reforestación de áreas afectadas 60
Estabilización de cortes y protección de suelo en taludes 61
Áreas donde será restaurado el horizonte orgánico del suelo y serán realizadas labores de des compactación, escarificación y/o acondicionamiento del sustrato para la forestación y/o reforestación de taludes 62
Abonos verdes 63
Áreas donde se ejecutarán acciones de conservación 65
Calendarización de actividades 66
Indicadores de las acciones de conservación de suelo 67
Responsable de ejecutar las acciones 67
Otras consideraciones 68
Protección y monitoreo a cuerpos hídricos 69
Cobertura espacial 69
Descripción 69
Impactos asociados al recurso agua 69
Medidas de mitigación para el factor agua 70
Medidas que se consideran para garantizar que no se ocasionará el deterioro de la calidad del agua 72
Prevención de alteración de patrones de sedimentación y flujo hidrológico 72
Prevención de la contaminación del agua 74
Instalaciones auxiliares 74
Mantenimiento a maquinaria y equipo 75
Medidas para evitar el derrame de combustibles 75
Manejo de residuos sólidos 77
Limpieza y restauración de superficies contaminadas con residuos sólidos, residuos de manejo especial y/o residuos peligrosos 78
Obras longitudinales de protección 78
Acciones de protección 79
Acciones emergentes 80
Indicadores de las acciones para la protección de componentes hídricos 81
Responsable de ejecutar las acciones 81
Acciones de supervisión ambiental 82

Estimación de costos para la instrumentación del programa 84
Bibliografía 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas de los cadenamientos principales del eje del proyecto. 12
Tabla 2 Especificaciones del proyecto 12
Tabla 3 Diagrama de Gantt del cronograma de obra (Programa de trabajo) 15
Tabla 4 Características de la RE 17
Tabla 5 Acumulado de especies que serán sujetos a remoción. 42
Tabla 6 Densidades promedio recomendad por tipo de ecosistema 46
Tabla 7 Especies a reforestar 48
Tabla 8 Formato para el registro de los datos en la etapa de monitoreo y seguimiento de las especies rescatadas 57
Tabla 9 condiciones para la clasificación 58
Tabla 10 Tipo de daño 58
Tabla 11 Vigor de las plantas 58
Tabla 12 Cronograma de actividades 66
Tabla 13 Indicadores de desarrollo edáfico 67
Tabla 14 Medidas de mitigación propuestas para el componente agua 71
Tabla 15 Resumen De Los Gastos De Diseño 72
Tabla 16 Indicadores de eficiencia para las acciones preventivas de protección a los componentes hídricos 81
Tabla 17 Indicadores de la calidad del agua 81
Tabla 18 Formato de seguimiento y control de supervisión ambiental 82
Tabla 19 Estimación de costos para la ejecución de actividades del programa de restauración forestal, de suelo y cuerpos hídricos 84

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen. 1 Localización del proyecto 10
Imagen. 2 Vista satelital del proyecto 10
Imagen. 3 Topográfico del proyecto 11
Imagen. 4 vías de acceso del proyecto 11
Imagen. 5 Ejemplo de la sección transversal de la estructura. 13
Imagen. 6 Usos de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII (2018) 21
Imagen. 7 Uso de suelo y vegetación ajustado a lo observado en campo 22
Imagen. 8 Forma y tamaño de los sitios de muestreo 24
Imagen. 9 Sitios de Muestreo de Flora en la RE 26
Imagen. 10 Sitios de Muestreo de Flora en Área del proyecto y área de influencia 27
Imagen. 11 Afectación del puente 38
Imagen. 12 Ejemplo de diseño marco real 43
Imagen. 13 Ejemplo de diseño tipo tres bolillo 44
Imagen. 14 ejemplo de plantaciones a curvas de nivel. 44
Imagen. 15 Ubicación del área propuesta para reforestación 47
Imagen. 16 Ejemplo de Ripper para la escarificación del suelo 60
Imagen. 17 Zonas propuestas para acciones de rescate y protección de suelos 63
Imagen. 18 Ubicación del área propuesta para reforestación 65
Imagen. 19 Ejemplos de instalaciones auxiliares adecuadas. 75
Imagen. 20 Ejemplos de áreas de mantenimiento adecuadas 77

Imagen. 21 Ejemplos de aplicación de métodos de contención para evitar la contaminación del agua por arrastre de sedimentos 78

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes desafíos para México es conservar la extensión de sus bosques, selvas, humedales y zonas áridas y, más aún, tratar de recuperar superficies forestales que se han perdido o degradado por factores como el cambio de uso del suelo a favor de las actividades agropecuarias y de la expansión de las áreas urbanas, entre otros. Los cambios en los usos del suelo, y particularmente, la construcción y utilización de infraestructura de transporte, son de los principales agentes que generan fragmentación de hábitats (Mosera et al., 1999).

Los procesos negativos de cambio de uso del suelo y vegetación han sido documentados como el segundo problema ambiental a nivel global (Xiao et al., 2006). Durante la década de los ochenta, los índices de deforestación mundial llegaron hasta 15 millones de hectáreas por año; y en la mayor parte del mundo la deforestación se aceleró durante la década del 90. Entre las causas directas más importantes de la deforestación están: la agricultura, la cría de ganado, la urbanización y la construcción de infraestructura (carreteras, vías férreas, tendidos eléctricos); la minería; la inundación para generar energía hidroeléctrica, y la explotación de petróleo. México es uno de los países que se ha distinguido por una reducción substancial en la tasa neta de pérdida de bosques.

La reforestación es una actividad forestal de más importancia cada año, debido a las altas tasas de deforestación. En México, se ha perdido cerca del 50% de la superficie arbolada, unos 44.2 millones de Ha, mayormente durante los últimos 60 años (Arriaga, 2000 basado en el Inventario nacional forestal y FAO). Las estimaciones varían mucho en cuanto a la totalidad perdida, también por diferencias en las clasificaciones de bosques y áreas degradadas (Cairns et al., 1995).

Con el presente documento se pretende establecer las estrategias necesarias para implementar de manera adecuada las actividades de restauración vegetal y reforestación, con la integración de individuos de la flora de especies nativas de la región que pudieran verse afectadas por las diferentes actividades realizadas durante las actividades del proyecto, lo anterior con la finalidad de reducir el impacto ambiental en el área de la RE y del proyecto.

DEFINICIONES

Conservación. Es un término que se emplea para denominar todas las actividades que ayuden a mantener la calidad y cantidad de los recursos naturales (Gutiérrez et al., 1993).

Deforestación. Pérdida de la vegetación forestal en forma permanente, por causas inducidas o naturales.

Degradación. Proceso de disminución de la capacidad de los ecosistemas forestales para brindar servicios ambientales, así como capacidad productiva.

Degradación. Proceso de disminución de la capacidad de los suelos y ecosistemas forestales para brindar servicios ambientales, así como de su capacidad productiva.

Germoplasma Forestal. Es el elemento de los recursos genéticos que maneja la variabilidad genética, entre ellos el polen, semillas y partes vegetativas.

Manejo. Se refiere a los métodos y técnicas que permitan manipular a los individuos de plantas que tengan que ser rescatados, conservados o protegidos.

Plantación forestal comercial. Es el cultivo de especies forestales establecidas en terrenos temporalmente forestales o preferentemente forestales, con propósitos mercantiles.

Protección. Se refiere a preservar los hábitats naturales y ecosistemas frágiles de alteración, además de aprovechar de manera racional y sostenidamente los recursos naturales; salvaguardando la diversidad genética de las especies, particularmente las endémicas, amenazadas y en peligro de extinción.

Recursos forestales. La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales.

Reforestación. Establecimiento de especies forestales en terrenos forestales.

Rescate. Se deberá entender como la acción de liberar a un organismo de alguna amenaza y devolverlo al lugar de donde fue extraído o algún sitio que presente condiciones similares.

Vegetación exótica. Conjunto de plantas arbóreas, arbustivas o crasas ajenas a los ecosistemas naturales.

Vegetación forestal. El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.
Vivero forestal. Sitio que cuenta con un conjunto de instalaciones, equipo, herramientas e insumos, en el cual se aplican técnicas apropiadas para la producción de plántulas forestales con talla y calidad apropiada según la especie, para su plantación en un lugar definitivo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Establecer las técnicas metodológicas para el manejo adecuado de flora durante las actividades de rescate y reubicación para las actividades asociadas al Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**, con el objeto de prevenir, disminuir y mitigar los impactos ambientales generados por las actividades relacionadas con el proyecto carretero a los diversos componentes bióticos y abióticos de la zona.

Objetivos específicos

- Establecer las técnicas, formas y recursos a usar para las actividades de reforestación.
- Establecer las técnicas y acciones por ejecutar para la conservación de suelos
- Seleccionar los sitios y especies que se utilizarán en las actividades de reforestación.
- Seleccionar los sitios donde se llevarán a cabo las actividades de conservación de suelos
- Promover acciones para la conservación de la diversidad nativa de especies forestales de la región
- Establecer los indicadores de evaluación y seguimiento del programa.
- Proponer acciones emergentes cuando la sobrevivencia de los ejemplares sea menor al 80% de individuos.
- Estimar los costos vinculados con la ejecución del presente programa.
- Calendarización de actividades y acciones a desarrollar.

ALCANCE

Siendo el suelo un recurso de carácter no renovable en términos de la escala temporal humana, su correcto manejo permitirá disminuir los cambios en sus características físicas, químicas y biológicas, permitiendo así aprovecharlo íntegramente en las acciones de revegetación y reforestación una vez concluidas las etapas de construcción del proyecto.

Así como la Integración de un documento técnico que comprenda criterios, metodologías y procedimientos que deberán ser desarrollados, para la correcta ejecución de Obras que deriven en la Conservación y Restauración de Suelos; y de esta forma dar cumplimiento en prevención, mitigación y/o compensación ambiental de los impactos que podrá generar el proyecto de construcción del proyecto.

Los objetivos de los alcances serán:

- Identificar aquellos sitios potenciales para la implementación de obras de recuperación de suelo a lo largo del proyecto.
- Implementar las obras adecuadas y necesarias que permitan la restauración del suelo.
- Monitoreo de las obras y acciones desarrolladas para la restauración de suelo.
- Verificar e implementar las acciones para el correcto establecimiento y permanencia de las obras realizadas.

ANTECEDENTES

La SICT se encarga de formular las políticas y programas para el desarrollo del transporte y la infraestructura en el país. Sus funciones incluyen, la construcción y modernización de carreteras, caminos rurales y la red ferroviaria; la administración y supervisión de la infraestructura aeroportuaria y portuaria; la promoción de la cobertura de telecomunicaciones e internet, y la regulación y supervisión de los servicios de transporte y telecomunicaciones, asegurando la adopción de nuevas tecnologías y el cumplimiento de normas técnicas. De acuerdo con el Decreto del 20 de octubre de 2021, la "Secretaría de Comunicaciones y Transportes" cambió su nombre a "Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes", sin modificar sus atribuciones. La misión de la SICT es maximizar el potencial del país mediante el desarrollo estratégico de infraestructura de transporte y fortalecer los servicios de comunicación, para favorecer el aumento de la productividad y la competitividad, elementos que promueven un desarrollo regional equilibrado. Con tales objetivos, sus políticas públicas impulsan la construcción, operación y conservación de una red intermodal de comunicaciones y transportes eficiente, sustentable y segura, fortaleciendo la conectividad y accesibilidad en diversas regiones del país. No obstante, el presupuesto asignado a la SICT para cumplir con sus funciones, en el periodo de 2018- 2024, enfrentó contingencias que obstaculizaron el desarrollo de sus tareas.

Para el ejercicio 2018 contó con 84 mil 548.6 mdp, y ejerció 142 mil 244.5 mdp, superando el presupuesto en un 68.2 por ciento. Este mayor gasto puede atribuirse al comportamiento estacional del gasto del Ramo, que ocurre al final de cada sexenio. Luego, de 2019 a 2022, los recursos del Ramo se redujeron, primero, a consecuencia del inicio de la nueva administración, que debió formular su programa de infraestructura y, segundo, debido a la crisis provocada por el COVID-19, en 2020, y cuya recuperación se observó en 2022 y 2023, años en los que registraron incrementos de 2.5 y 21.5 por ciento real respectivamente.

Finalmente, para el ejercicio 2024, se ha logrado recuperar el nivel de presupuesto aprobado en 2018, pues ahora cuenta con un monto de 85 mil 688.3 mdp, lo que implica un crecimiento real de 6.3 por ciento respecto al año anterior. La tasa efectiva de crecimiento real promedio anual, entre 2019 y 2024, ha sido de 0.4 por ciento. Pero si se incluye el año de 2018, el crecimiento medio anual real en el periodo 2018- 2024 es de-4.3 por ciento, lo que indica una contracción presupuestal durante el periodo, destacando el esfuerzo de recuperación en la asignación de recursos de los últimos tres años.

Lo anterior con el objetivo de continuar con el desarrollo económico dentro de esta región poniente del país, con la inclusión de una red de puentes y caminos, con mejores especificaciones técnicas, ofreciendo una rápida y segura conectividad dentro de los Municipios de San Antonino Monteverde, San Sebastián Nicananduta, San Pedro y San Pablo Teposcolula, así mismo será una vía segura y cómoda para el usuario que transita por la zona, reduciendo su tiempo de recorrido, contando con infraestructura más segura y alineada a las nuevas normatividades de la SICT.

UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO Y DEL REGIÓN ECOLÓGICA.

Descripción del proyecto

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del centro SICT Oaxaca, tiene contemplada, la construcción del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.** Consistirá en una superestructura formada por una losa de concreto reforzado de 5 cm de espesor, colada en el sitio, con un ancho de corona de 9.0 metros y un ancho de calzada de 7.0 metros, apoyada por 5 trabes AASHTO V y con un claro de 35 metros y soportada en sus extremos sobre apoyos de neopreno ASTM D2240 , además se considera la modernización de sus dos accesos que cumplen con la normativa de un puente y no de una carretera, donde dicha estructura permitirá el cruce del cauce y el paso a dos vehículos a la vez.

Ubicación física

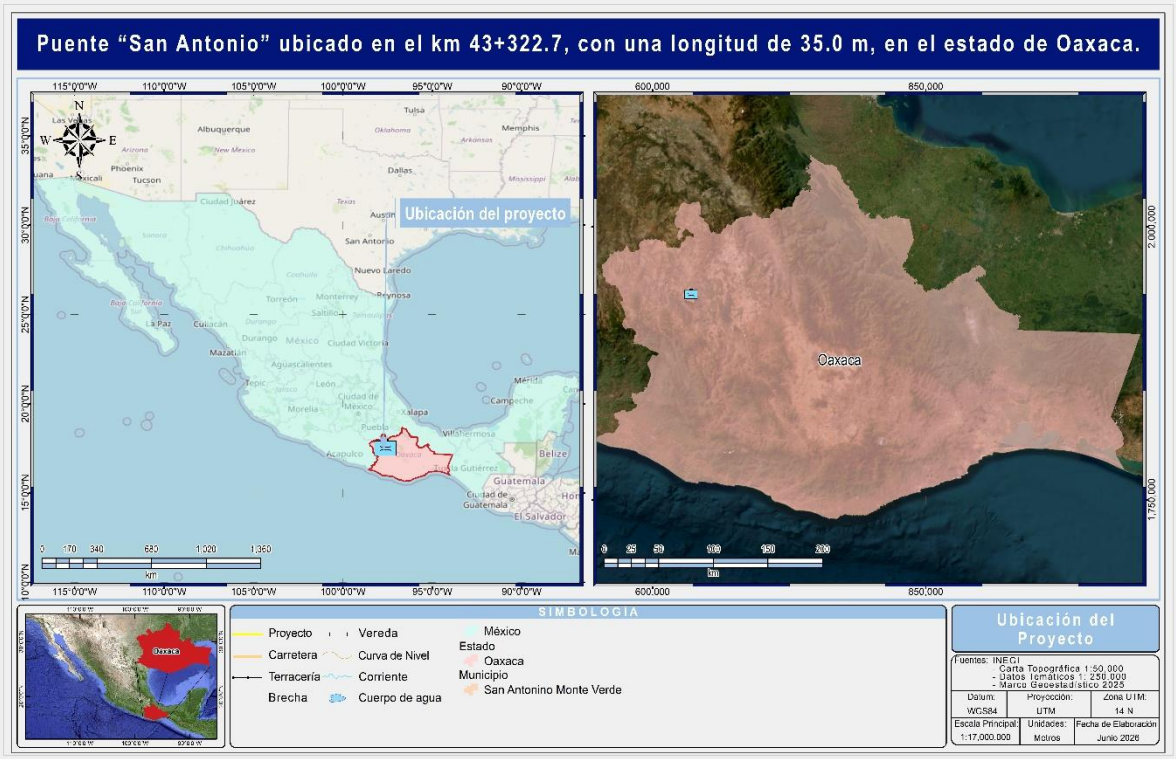
El proyecto se localiza en el Estado de estado de Oaxaca, el cual se encuentra al sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km^2, cifra que representa el 4.8 % del total del territorio de la República Mexicana.

Así mismo el proyecto se localiza dentro del municipio:

- San Antonino Monteverde: Se localiza Entre los paralelos 17°27' y 17°36' de latitud norte; los meridianos 97°41' y 97°49' de longitud oeste; altitud entre 1 800 y 3 300 m. Colinda al norte con los municipios de Tezoatlán de Segura y Luna y Villa Chilapa de Díaz; al este con los municipios de Villa Chilapa de Díaz, San Sebastián Nicananduta y San Pedro Mártir Yucuxaco; al sur con los municipios de San Pedro Mártir Yucuxaco y San Juan Ñumí; al oeste con los municipios de San Juan Ñumí y Tezoatlán de Segura y Luna. Ocupa el 0.12% de la superficie del estado.

En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto respecto a los distintos órdenes de gobierno.

Imagen. 1 Localización del proyecto



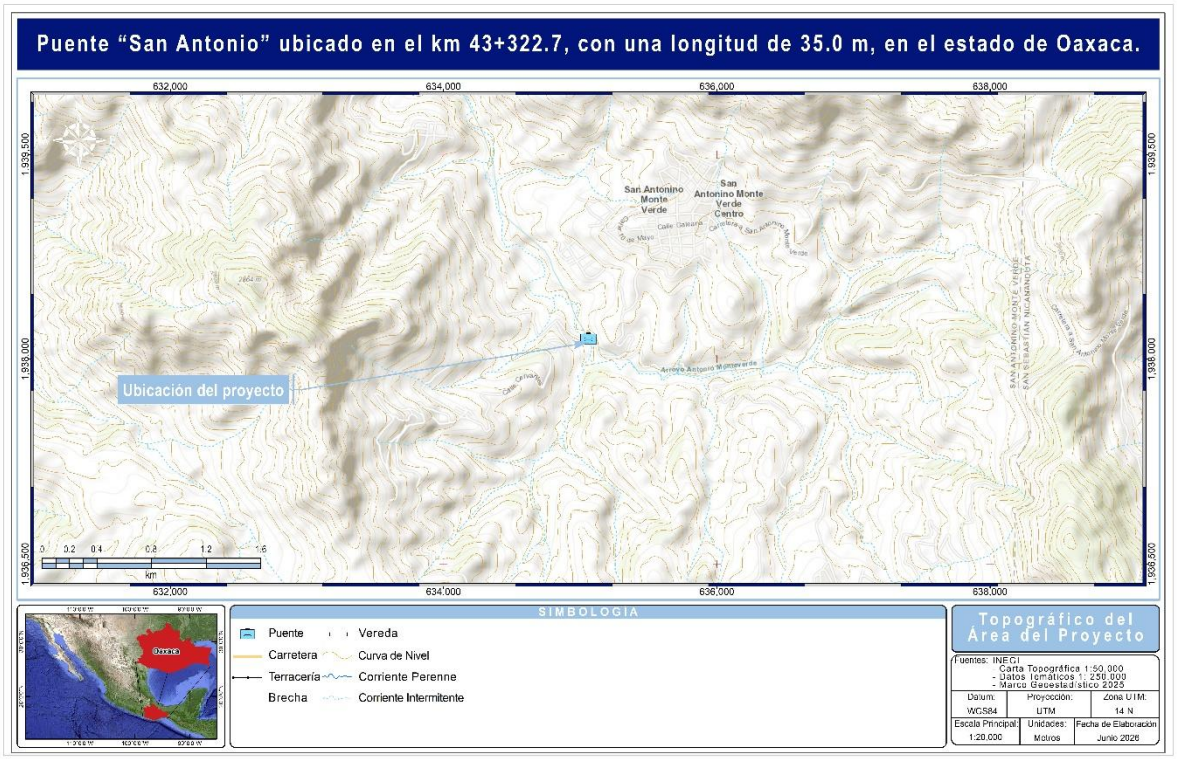
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 2 Vista satelital del proyecto



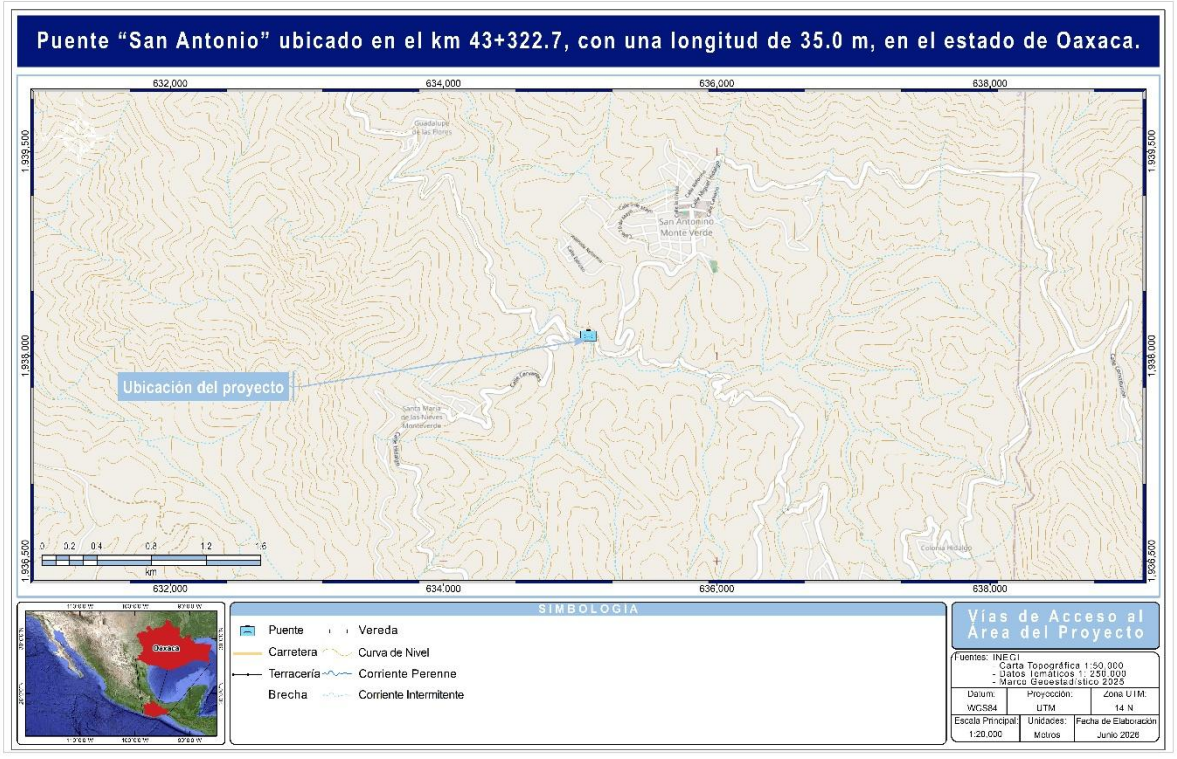
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 3 Topográfico del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 4 vías de acceso del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

El proyecto consiste en la construcción de un puente para librar las aguas del "Rio San Antonio", la estructura tiene una longitud de 35.00 metros y cuenta con 1 claro, adicionalmente se consideran accesos por cada lado del proyecto, el acceso 1 (norte) el cual conecta con la Ciudad de Huajuapan de León, tiene una longitud de 40 metros, y el acceso 2 (sur) de 40 metros que comunicará con la cabecera municipal de San Antonino Monteverde, la longitud total del proyecto es de 115.00 metros, a continuación, se presentan loa principales cadenamientos de los elementos que integran el proyecto calculadas con el Datum WGS84 zona 14N.

Tabla 1 Coordenadas de los cadenamientos principales del eje del proyecto.

Cadenamiento	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
42+265.29	635,008.93	1,938,148.71	-097° 43' 41.24"	+17° 31' 32.04"
42+285.29	635,028.84	1,938,147.33	-097° 43' 40.56"	+17° 31' 31.99"
42+305.29	**635,048.84**	**1,938,147.67**	**-097° 43' 39.89"**	**+17° 31' 32.0"**
42+325.29	635,068.83	1,938,148.01	-097° 43' 39.21"	+17° 31' 32.01"
42+340.29	**635,084.56**	**1,938,148.28**	**-097° 43' 38.68"**	**+17° 31' 32.01"**
42+345.29	635,088.83	1,938,148.35	-097° 43' 38.53"	+17° 31' 32.01"
42+365.29	635,108.70	1,938,147.19	-097° 43' 37.86"	+17° 31' 31.97"
42+380.29	635,122.07	1,938,139.21	-097° 43' 37.41"	+17° 31' 31.71"

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla. 1 Cadenamientos del proyecto

Acceso 1 (incluye losa de acceso de 6.2 m de largo)		Estructura		Acceso 2 (incluye losa de acceso de 6.2 m de largo)	
40.00 Metros		35.00 Metros		40.00 Metros	
42+265.29	42+305.29	42+305.29	42+340.29	42+340.29	42+380.29

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Características constructivas

El proyecto quedará clasificado como un puente más accesos, al cual se le denominará Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca. Consistirá en una superestructura formada de 1 claro de 35 metros, más dos accesos, el acceso 1 de 40 m y el acceso 2 de 40 m, para una longitud total del proyecto de 115 m. La estructura proyectada busca librar la corriente del Río San Antonio. A continuación, se presentan las especificaciones generales del proyecto.

Es importante mencionar que para el cálculo de todas las superficies y coordenadas se utilizaron los softwares: ArcMap 10.8, AutoCAD MAP 3D 2024, QGis 3.40.8 y Google Earth.

Tabla 2 Especificaciones del proyecto

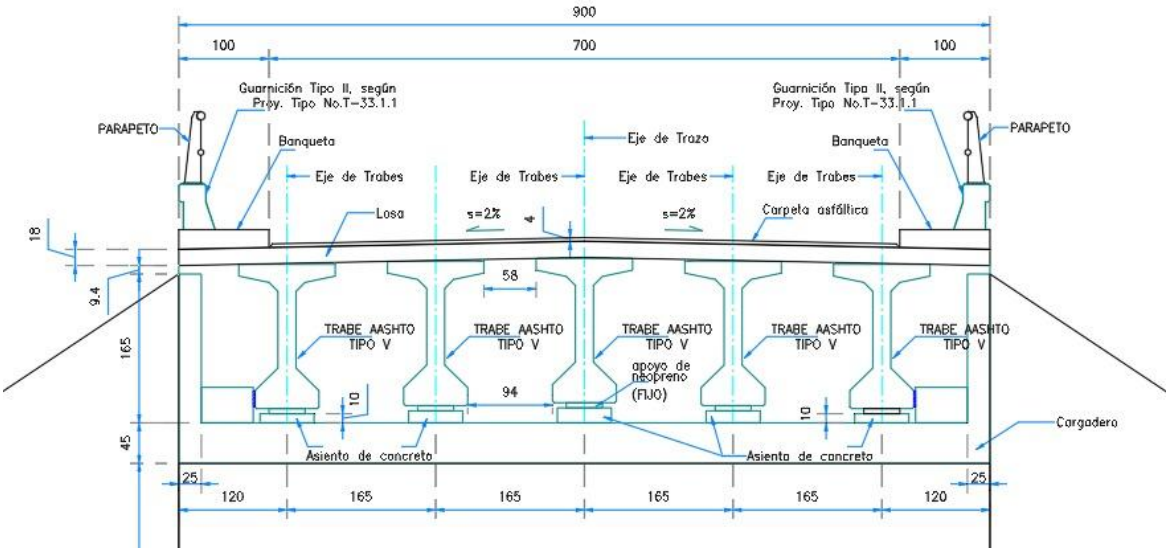
Especificaciones geométricas	Unidad
Cadenamientos:	
Inicio (km x+xxx)	42+265.29
Final (km x+xxx)	42+380.29
Longitud total	115.00 Metros
Longitud estructura	35.00 Metros
Ancho total de la estructura	9.00 Metros
Ancho de calzada	7.00 Metros
Espesor de la losa	20 cm
Espesor de la carpeta	4 cm
Tipo y número de trabes	AASHTO V, 5 trabes

Especificaciones geométricas	Unidad
Altura	Mínima=2119.86
	Máxima=2126.70
Número y longitud de accesos	2 de 40.00 metros
Número y ancho de claros	1 de 9.00 Metros de ancho y 35.00 metros de longitud
Gálibo	3.58 Metros
número y ancho de carriles	2 de 3.5 metros
Parapeto	Dos de 0.75 metros
Banqueta	Dos de 0.25 metros
Superficie de afectación*	536 m²
Superficie de desplante del proyecto (accesos, terraplenes y estructura) *	1,397 m²
Superficie de desplante más obras temporales y/o actividades provisionales*	2,258 m²
Superficie de Obras temporales y/o actividades provisionales*	861 m²
Diseño hidráulico de un puente considerando los parámetros hidráulicos	
Período de retorno	50 años
Gasto de diseño	204.84 m3/s
Nivel de aguas mínimas (Namin)	2112.58 Metros
Nivel de aguas máxima extraordinarias (NAME)	2115.80 Metros
Superficie de incidencia en zona federal*	296.98 m2

* La superficie reportada corresponde al área obtenida a partir del polígono georreferenciado del proyecto generado y verificado mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando los softwares ArcMap 10.8, AutoCAD MAP 3D 2024, QGIS 4.0 y Google Earth para el cálculo y validación de las superficies y coordenadas del proyecto. En consecuencia, la superficie reportada refleja la geometría real de la obra y puede diferir del resultado obtenido mediante la multiplicación del ancho nominal de calzada por la longitud total, debido a las variaciones geométricas propias del diseño, las transiciones en el trazo y las condiciones físicas existentes a lo largo del proyecto.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 5 Ejemplo de la sección transversal de la estructura.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Programa de trabajo de la obra

En la siguiente tabla se presenta el programa general de trabajo que incluye las actividades previas y las de construcción del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca**. Las operaciones de mantenimiento y conservación del puente se llevarán a cabo a lo largo de su vida útil, de lo cual se encargará la dependencia que sea responsable de mantenimiento de este. Así mismo, por ser una vía de comunicación, no se tiene contemplado el abandono de la obra. .

Tabla 3 Diagrama de Gantt del cronograma de obra (Programa de trabajo)

ACTIVIDAD	AÑO 1 MESES						AÑO 2 TRIMESTRE				AÑO 3 TRIMESTRE				AÑO 4 TRIMESTRE				AÑO 5 TRIMESTRE				AÑO 6 TRIMESTRE			
	2	4	6	8	10	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTOS																										
Licitación y Adjudicación de la obra	x	x																								
Trámites y permisos	x	x																								
Asignación de los recursos presupuestales.	x	x																								
ACTIVIDADES PREVIAS																										
Proyecto Ejecutivo		x																								
Estudios geotécnicos, levantamiento topográfico, estudio de bancos de materiales		x																								
Medidas de prevención			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de mitigación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de compensación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PREPARACIÓN DEL SITIO																										
Instalación de taller y bodega			x																							
Colocación de señalamientos de obra			x																							
Trazo y nivelación				x	x	x																				
Deshierbe, despalme de terreno y demolición estructura existente				x	x	x																				
Limpieza del terreno			x																							
CONSTRUCCIÓN																										
Excavación para estructuras							x	x	x	x	x	x														
Concreto hidráulico en plantilla para desplante de estribos y pilas.										x	x	x	x	x	x											
Concreto hidráulico en cuerpo de pilas, estribos y aleros.											x	x	x	x	x	x										
Concreto hidráulico: En coronas de estribos y pilas, así como en pantallas laterales, topes antisísmicos y bancos de apoyo de estribos y pilas.														x	x	x										
Concreto hidráulico: En diafragmas, en pre-losas de superestructura, en losas de superestructura																	x	x	x							
Concreto hidráulico: En banquetas de camellón central.																				x	x	x	x	x		
Concreto asfáltico en carpeta.																								x	x	
SEÑALAMIENTOS																										
Retiro de señalamiento preventivo de obra																				x	x	x	x	x		
Colocación de señalamientos definitivos.																									x	x
Limpieza de la obra																									x	x

ACTIVIDAD	AÑO 1 MESES						AÑO 2 TRIMESTRE				AÑO 3 TRIMESTRE				AÑO 4 TRIMESTRE				AÑO 5 TRIMESTRE				AÑO 6 TRIMESTRE			
	2	4	6	8	10	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																										
Circulación de vehículos automotores: Al término de la obra y por toda la vida útil del proyecto																										
Inspección y Evaluación: Previo a cualquier acción de mantenimiento, se realizarán inspecciones visuales y técnicas siguiendo los criterios del Manual de Inspección de Puente SICT y el AASHTO Bridge Inspección Manual para determinar un mantenimiento rutinario o preventivo																										
Mantenimiento y conservación de los puentes: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto correspondiente a la secretaria de comunicaciones y transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																										
Mantenimiento a obras complementarias y señalización: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto, correspondiéndole a la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																										

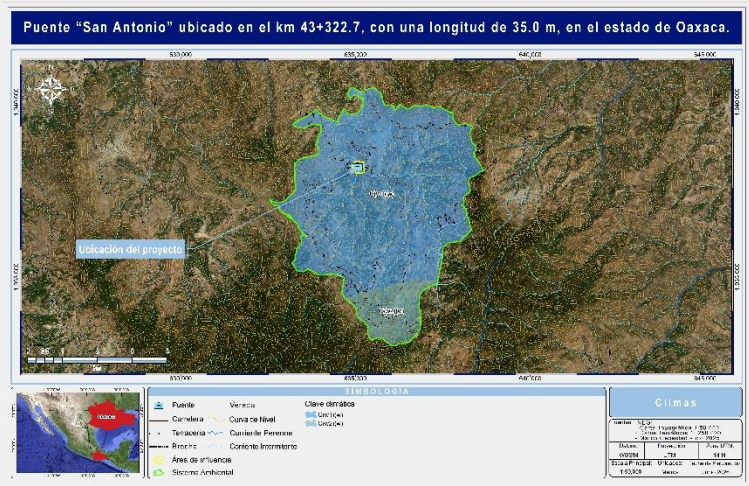
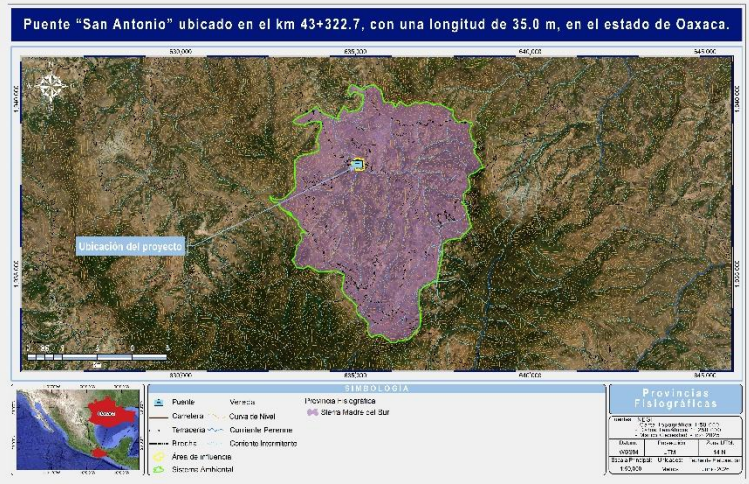
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

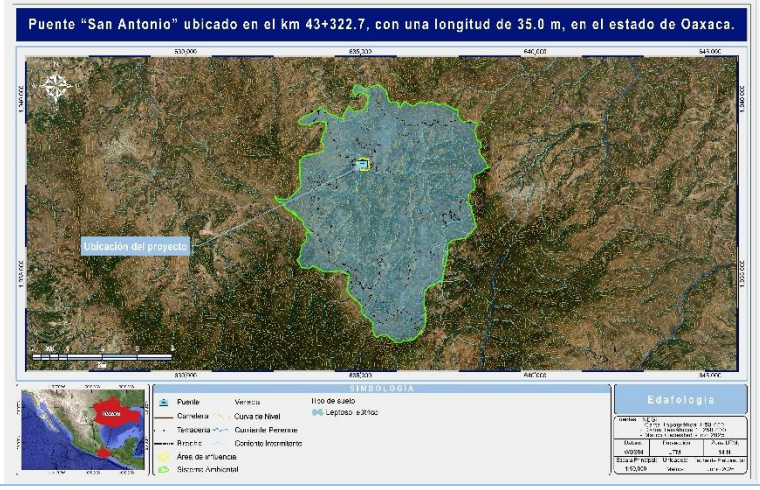
CARACTERIZACIÓN DE LA RE

Caracterización de los factores abióticos

Para la caracterización del medio abiótico de la Región Ecológica (RE), se elaboraron mapas utilizando la cartografía temática del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, de la cual se identificaron las unidades físicas de cada tema (clima, geoformas, edafología, hidrología, etc.), se hizo la revisión bibliográfica, visitas de verificación y reconocimiento en campo, que generó la información que se muestra a continuación, tanto en el prontuario de Información Geográfica, como la descripción de cada uno en el apartado correspondiente.

Tabla 4 Características de la RE

Componente	Cartografía temática
Clima En la totalidad de la RE ambos climas **C(w0)(w)** templado subhúmedo con lluvias en verano, menos húmedo, y **C(w1)(w)** templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media son representativos. Con base en lo anterior, se identificaron las estaciones climatológicas activas y cercanas al área del proyecto.	
Provincia fisiográfica **Sierra Madre del Sur.** Se extiende a lo largo y muy cerca de la costa del Pacifico con una dirección general de noroeste a sureste, su altitud es casi constante de poco más de 2000m en ella nacen varias corrientes que desembocan en el Océano Pacífico y en su vertiente interior se localizan las cuencas del río Balsas, Verde y Tehuantepec.	

Relieve Lomerío con cañadas y Sierra Alta Compleja	
La superficie del territorio oaxaqueño presenta una diversidad de unidades de suelos dominantes o asociados; el que mayor área ocupa es el Regosol con 38.19%, le siguen el Litosol con 20.78%, el Acrisol con 13.46% y el Cambisol con 11.38%; con porcentajes menores aparecen los suelos tipo Luvisol (5.54%), Feozem (3.82%), Vertisol (2.63%), Rendzina (2.54%), Solonchak (0.73%) y Castañozem (0.32%), Fluvisol (0.05%). Otros tipos de suelos comprenden 0.56% del área estatal.	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Caracterización de la vegetación

Metodología

El método utilizado para caracterizar las condiciones biológicas del Región Ecológica (RE) se agrupó en trabajos de gabinete y campo.

- **Trabajo de gabinete**

Como parte de las actividades preliminares del estudio florístico, se realizó un trabajo de gabinete orientado a recopilar, analizar y sistematizar la información disponible sobre las características ambientales del área de estudio. Para ello, se consultó bibliografía especializada, artículos científicos, monografías, inventarios florísticos, bases de datos botánicas y cartografía oficial, con el propósito de identificar las principales características bióticas y abióticas de la región, particularmente aquellas relacionadas con la composición florística, los tipos de vegetación, la distribución potencial de las especies y las condiciones ecológicas predominantes.

De manera complementaria, se revisó la información contenida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con la finalidad de identificar de manera preliminar aquellas especies de flora con distribución potencial dentro del área de estudio que pudieran encontrarse sujetas a alguna categoría de riesgo, así como orientar los recorridos de campo para su búsqueda y verificación.

Asimismo, se emplearon Sistemas de Información Geográfica (SIG) para integrar y analizar información cartográfica en formato vectorial y ráster, proveniente de fuentes oficiales como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y otras dependencias competentes. Mediante este análisis se delimitó el área de estudio y se generó cartografía temática correspondiente a topografía, hidrología, red de caminos, localidades, uso del suelo y vegetación, modelo digital de elevación y demás elementos ambientales relevantes, lo que permitió conocer de manera preliminar las condiciones del sitio y planificar adecuadamente las actividades de campo.

Con base en la información cartográfica obtenida, se definió la ubicación de los sitios de muestreo, procurando su representatividad respecto de las diferentes condiciones de vegetación, fisiografía y accesibilidad presentes dentro del área de estudio. Para cada sitio se obtuvieron las coordenadas geográficas y UTM, las cuales fueron incorporadas a dispositivos de navegación mediante Sistema de Posicionamiento Global (GPS), facilitando su localización precisa durante los recorridos de campo y garantizando la reproducibilidad del muestreo.

- **Trabajo de campo**

Con base en la información obtenida durante la etapa de gabinete, se llevaron a cabo recorridos sistemáticos de reconocimiento en el área de estudio con el propósito de verificar en campo los tipos de vegetación, usos del suelo y demás componentes ambientales previamente identificados mediante el análisis cartográfico. Esta actividad permitió contrastar la información derivada de la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como delimitar con mayor precisión las unidades de vegetación presentes dentro de la Región Ecológica (RE) y del área puntual del proyecto.

Durante los recorridos se evaluó el estado de conservación de la vegetación, identificando los diferentes grados de perturbación y los principales elementos estructurales de las comunidades vegetales. Se prestó especial atención a los fragmentos con mejor estado de conservación, áreas con vegetación secundaria, cercos vivos,

zonas de transición y aquellos sitios donde, por las características del proyecto, existe mayor probabilidad de presentarse afectaciones a la cobertura vegetal.

De manera paralela, se realizó un registro fotográfico georreferenciado de las condiciones ambientales, de las comunidades vegetales y de las especies de flora más representativas del área de estudio. Particular interés se otorgó a la búsqueda y documentación de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellas con importancia ecológica, económica, medicinal, cultural o de aprovechamiento tradicional, con la finalidad de contar con evidencia documental que respaldara la caracterización florística.

Posteriormente se integró una brigada multidisciplinaria encargada del levantamiento del inventario florístico, siguiendo un programa de trabajo previamente establecido. El muestreo se efectuó tanto en el área de influencia directa del proyecto como dentro de la Región Ecológica, procurando que los sitios seleccionados fueran representativos de las diferentes asociaciones vegetales, condiciones fisiográficas y estados sucesionales presentes en la zona. La ubicación de los sitios respondió a criterios de representatividad ecológica, accesibilidad y heterogeneidad ambiental, garantizando una adecuada cobertura de las unidades de vegetación existentes.

La clasificación de los tipos de vegetación fue corroborada mediante la interpretación de las características estructurales y florísticas observadas en campo, apoyándose en la clave para la determinación de los tipos de vegetación de México propuesta por Miranda y Hernández-X (1963), así como en la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI (escala 1:250,000). Como resultado de esta verificación se identificaron las unidades de vegetación presentes dentro del área de estudio, correspondientes a Pastizal Inducido y Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino, agricultura de Temporal y Asentamientos humanos.
Con la finalidad de asegurar una correcta determinación taxonómica, durante los recorridos se colectaron ejemplares botánicos de aquellas especies cuya identificación en campo presentó algún grado de incertidumbre o que resultaban de especial interés para el estudio. Las muestras fueron prensadas, etiquetadas y procesadas conforme a las técnicas convencionales de herborización, para posteriormente ser cotejadas con claves taxonómicas especializadas, literatura botánica y colecciones de referencia de diversos herbarios nacionales. Este procedimiento permitió confirmar la identidad taxonómica de las especies registradas y fortalecer la confiabilidad del inventario florístico elaborado.

Periodicidad del muestreo

El muestro se realizó en dos estaciones en época de Invierno y Primavera, específicamente en los meses de Enero y Abril con la finalidad de poder evaluar la mayor cantidad de especies presentes (Moreira, F., E.J. Huising y D.E. Bignell, 2012).

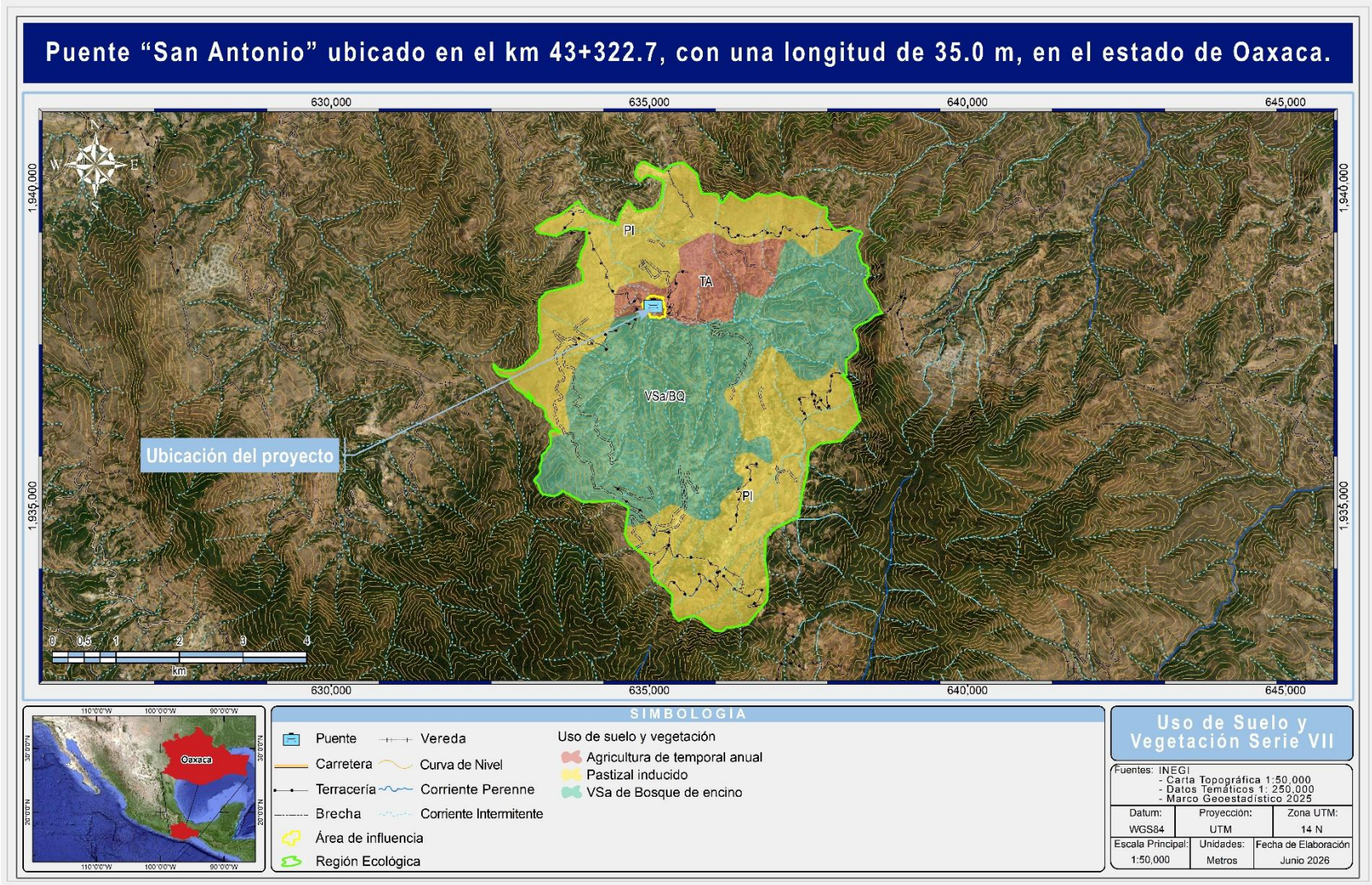
Comparativa del Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII con lo observado en campo

Como se mención al inicio del presente apartado de flora, se realizó el análisis de espacial y bibliográfico de la carta de uso de suelo y vegetación 1:250,000 Serie VII de INEGI (2018), donde se identificaron los siguientes usos de suelo y vegetación dentro de la RE:

- Agricultura de temporal anual
- Pastizal inducido
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

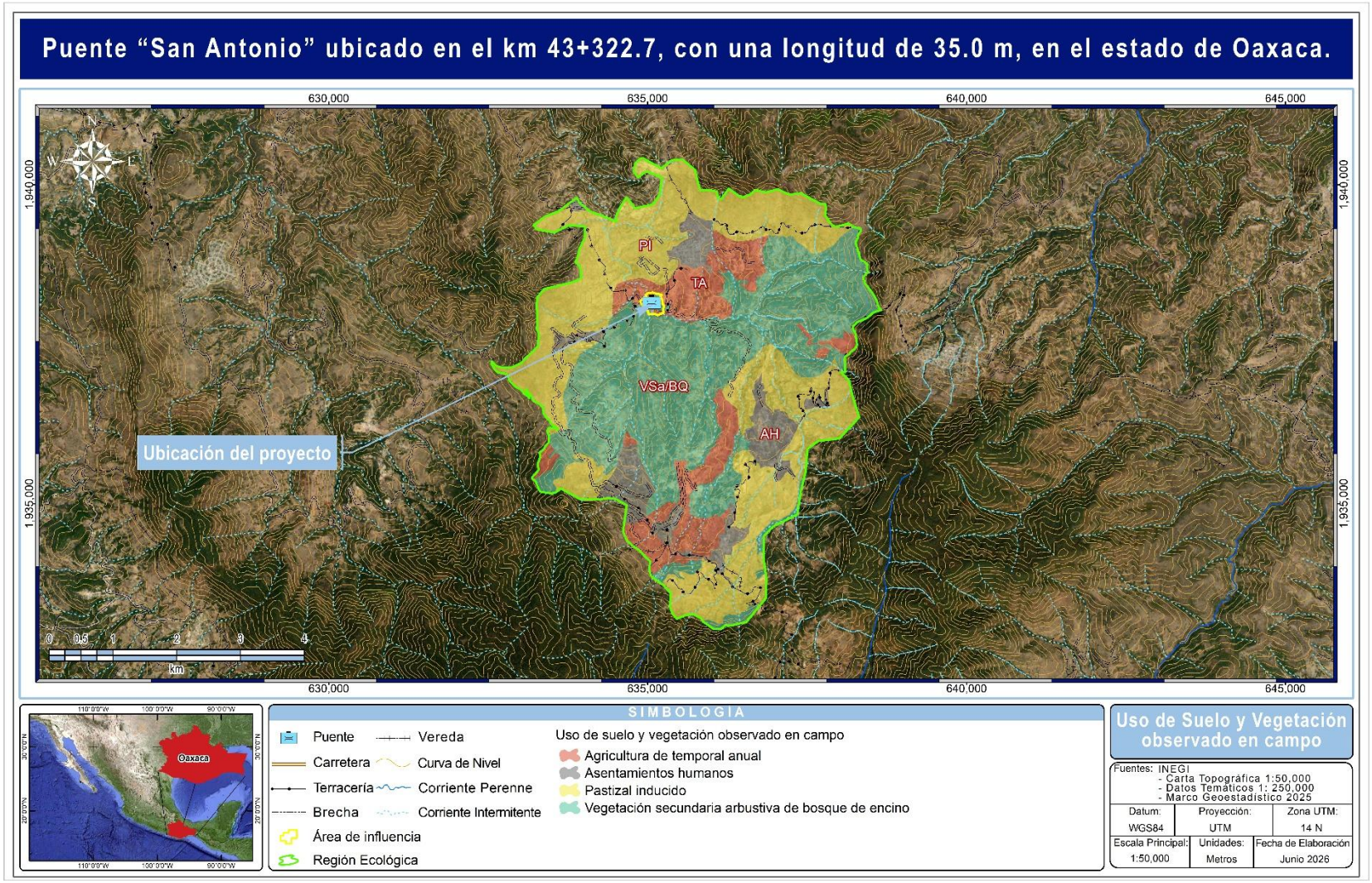
Mismos que si fueron identificados, pero los límites entre ellos no corresponden a lo observado en campo por lo que se realizó una delimitación más acercada a lo observado en campo con la finalidad de hacer una descripción más precisa. A continuación, se muestra la comparativa de los ajustes realizados y la información presentada por INEGI (2018).

Imagen. 6 Usos de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII (2018)



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 7 Uso de suelo y vegetación ajustado a lo observado en campo



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla. 2 Uso de suelo y vegetación en la RE de acuerdo con la Serie VII de INEGI

REGIÓN ECOLÓGICA USV SERIE VII			
Clave	**Descripción**	**Área (Ha)**	**Área (%)**
PI	pastizal inducido	1245.99	47.69%
TA	agricultura de temporal anual	224.3	8.59%
VSa/BQ	vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1142.15	43.72%
Total		**2,612.44**	**100.00%**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla. 3 Uso de suelo y vegetación en la RE observado en campo

REGIÓN ECOLÓGICA USV OBSERVADO EN CAMPO			
Clave	**Descripción**	**Área (Ha)**	**Área (%)**
PI	Pastizal inducido	1017.78	38.96%
TA	Agricultura de temporal anual	339.91	13.01%
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1022.32	39.13%
AH	Asentamientos humanos	232.43	8.90%
Total		**2,612.44**	**100.00%**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Distribución y ubicación de los sitios de muestreo

El principal criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo con la distribución y vocación forestal de cada uno de los usos de suelo presentes dentro de la RE, es importante aclarar que debido a que el proyecto consta de solo la construcción de un puente con una longitud total de 35.00 metros, con un ancho total de 9.00 m se analizó de manera conjunta con el área de influencia del proyecto para tener resultados más acercados a las superficies por afectar.

Tabla. 4 Sitios de muestreo de flora.

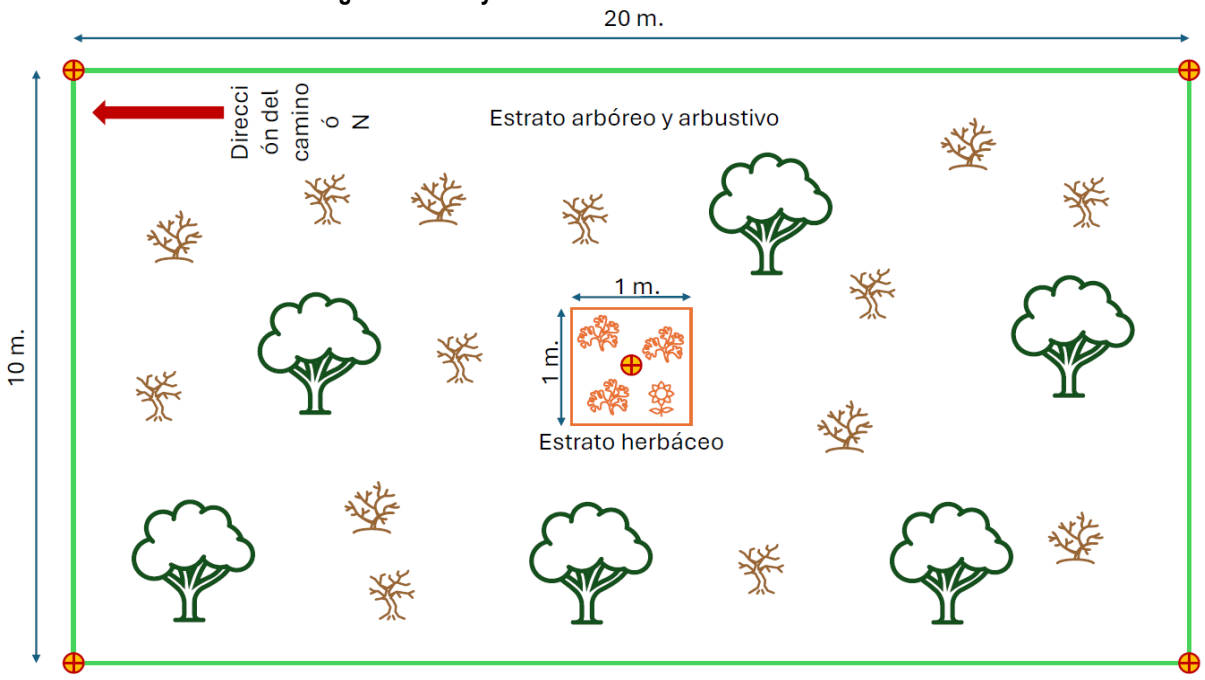
Sitio	UTM Zona 14N		Geográfica		Época de muestreo
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud	
Sitios en el área del proyecto y área de influencia					
AI01	634,963.96	1,938,082.15	-97° 43' 42.779"	17° 31' 29.886"	Primavera
AI02	635,159.82	1,938,002.29	-97° 43' 36.156"	17° 31' 27.246"	Primavera
AI03	635,198.22	1,938,184.77	-97° 43' 34.813"	17° 31' 33.174"	Primavera
AI04	635,096.15	1,938,176.33	-97° 43' 38.276"	17° 31' 32.921"	Verano
AI05	635,055.41	1,938,036.39	-97° 43' 39.689"	17° 31' 28.378"	Verano
AI06	635,177.51	1,938,086.83	-97° 43' 35.537"	17° 31' 29.992"	Verano
Sitios en el Región Ecológica					
SA01	635,736.38	1,933,997.19	-97° 43' 17.518"	17° 29' 16.824"	Primavera
SA02	635,509.94	1,936,356.53	-97° 43' 24.659"	17° 30' 33.629"	Primavera
SA03	635,223.39	1,939,508.89	-97° 43' 33.658"	17° 32' 16.245"	Primavera
SA04	637,991.55	1,938,163.12	-97° 42' 0.101"	17° 31' 31.855"	Primavera
SA05	634,217.07	1,936,637.94	-97° 44' 8.431"	17° 30' 43.064"	Verano
SA06	637,740.73	1,939,059.20	-97° 42' 8.398"	17° 32' 1.062"	Verano
SA07	636,139.65	1,935,134.39	-97° 43' 3.587"	17° 29' 53.732"	Verano
SA08	636,270.85	1,938,553.51	-97° 42' 58.357"	17° 31' 44.935"	Verano

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Se ubicaron los sitios de muestreo, en la RE, Área del proyecto y Área de influencia (estos dos se analizaron de manera conjunta), se delimitaron sitios de muestreo en parcelas rectangulares de 10x20 metros (200 m^2) para el caso del proyecto los 10 metros se ubicaron en dirección perpendicular al eje del puente y los 20 metros de manera paralela a este, para la RE se ubicó tomando el norte como referencia. El estrato herbáceo fue medido en un subsitio 1x1m en el centro del sitio. Se determino este tipo de levantamiento al estar ubicado en

vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino principalmente lo recomendado por Wood (1990[1]) y Romahn y Ramírez (2010[2]). A continuación, se puede apreciar la forma y el tamaño de los sitios de muestreo.

Imagen. 8 Forma y tamaño de los sitios de muestreo



Fuente: Romahn y Ramírez, 2010

Tabla. 5 Sitios de muestreo de flora.

	Sitio de 200m² (10mx20m) para medir árboles con diámetro mayor de 12.5 cm y arbustos.
	Subsitio de 1m² (L = 1m) registro de hierbas, helechos, musgos y líquenes

Fuente: Romahn y Ramírez, 2010

De la misma forma en las siguientes fotografías se observa la obtención de los datos dasométricos de los ejemplares muestreados.

[1] Wood, G.B. 1990. Ground sampling methods used to inventory tropical mixed/moist forest [Métodos de muestreo de campo para inventarios de bosques tropicales mixtos y húmedos]. Forest Ecology and Management 35:199-206.
[2] Romahn, C. F. & Ramírez, H. (2010). Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. Pp. 294.

Fotografía. 1 Obtención de datos dasométricos



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Es importante señalar, que, para complementar el trabajo de campo, se realizaron vuelos con un Dron, con la finalidad de apreciar y tener una idea actualizada de los usos de suelo y vegetación, presentes en la RE y área del proyecto

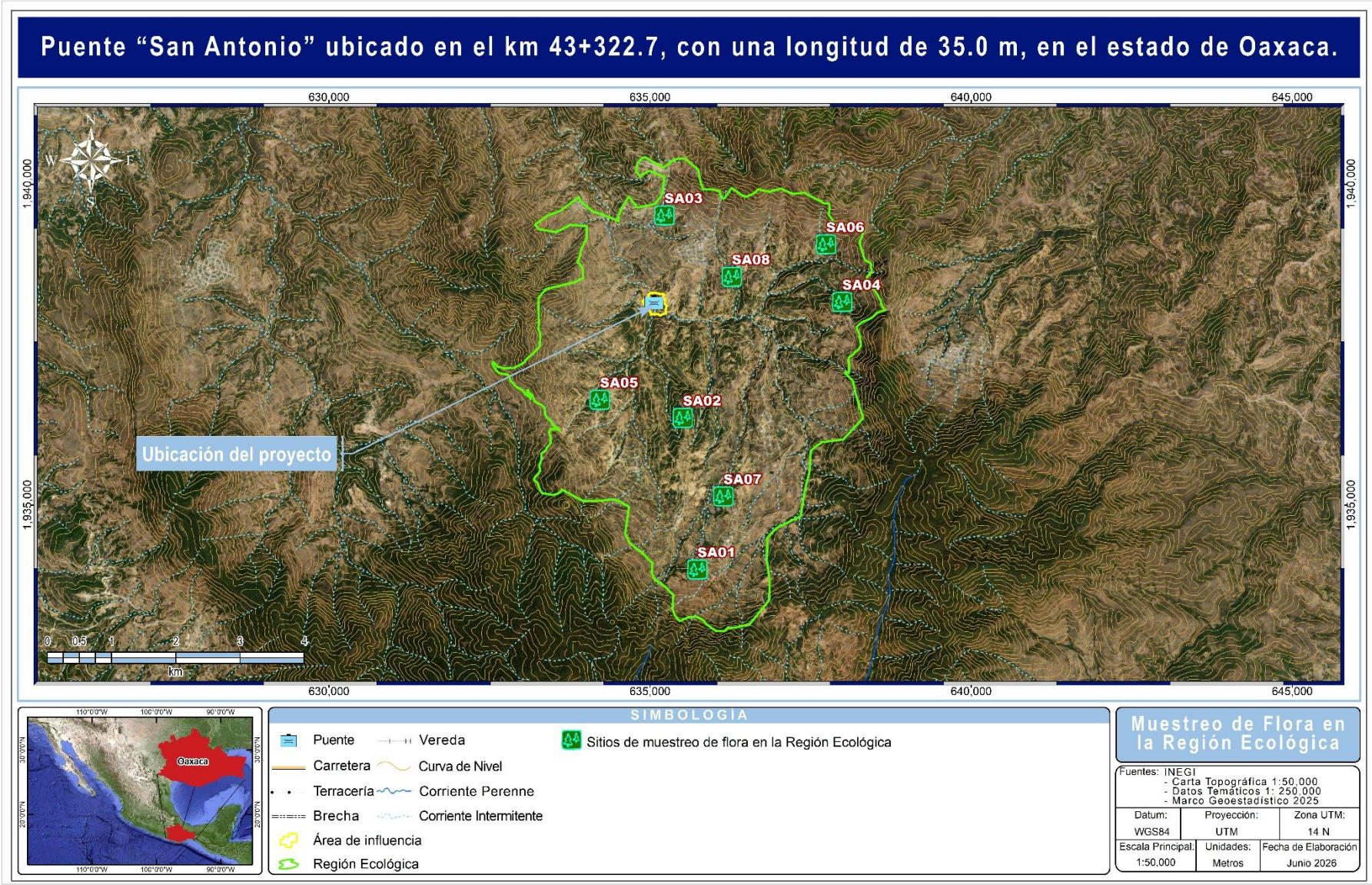
Fotografía. 2 Uso de dron para prospección de campo



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

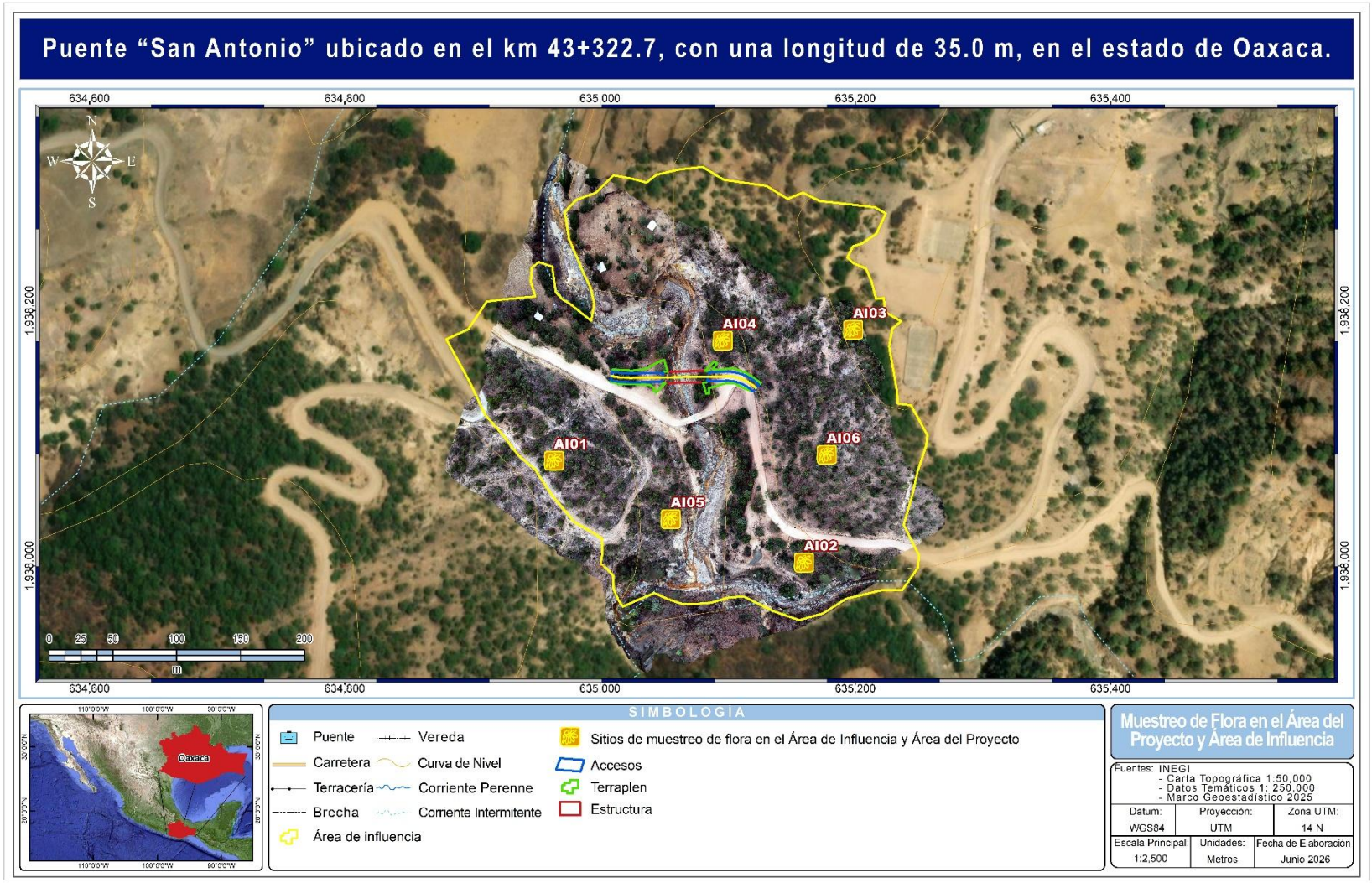
A continuación, se muestra la distribución de los sitios de muestreo dentro de la RE, área de influencia y el área del proyecto.

Imagen. 9 Sitios de Muestreo de Flora en la RE



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 10 Sitios de Muestreo de Flora en Área del proyecto y área de influencia



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Análisis de datos

Con base a los datos recopilados en campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VII escala 1:250 000, se determinó que los tipos de usos de suelo y vegetación presentes en la Región Ecológica son los siguientes:

- Pastizal inducido
- Agricultura de temporal anual
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
- Asentamientos humanos

Estos se encuentran distribuidos en la RE de la siguiente manera:

Tabla. 6 Uso de suelo y vegetación en la RE observado en campo

REGIÓN ECOLÓGICA USV OBSERVADO EN CAMPO			
Clave	**Descripción**	**Área (Ha)**	**Área (%)**
PI	Pastizal inducido	1017.78	38.96%
TA	Agricultura de temporal anual	339.91	13.01%
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1022.32	39.13%
AH	Asentamientos humanos	232.43	8.90%
Total		**2,612.44**	**100.00%**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

A continuación, se realiza una descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación con vocación forestal encontrados dentro de la RE que se verán influenciados por el proyecto, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VII:

- Pastizal inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2 800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca, Muhlenbergia, Stipa y Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Por debajo de los 3 000 m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los bosques de encino y pino son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima. Entre los géneros a los

que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon, Aristida, Bouteloua, Bromus, Deschampsia, Hilaria, Muhlenbergia, Stipa, Trachypogon y Trisetum.*

Menos frecuentes o quizá menos fáciles de identificar son los pastizales originados a expensas de matorrales xerófilos y aun de otros pastizales. Del Valle de México se describen comunidades de este tipo, que en general son bajas y muchas veces abiertas, incluyen un gran número de gramíneas anuales. Los géneros *Buchloë, Erioneuron, Aristida, Lycurus y Bouteloua* contienen con frecuencia las especies dominantes. Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbáceo no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses.

Las especies dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua, Cathestecum, Hilaria, Trachypogon y Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas. Otra comunidad de origen análogo es la que prospera principalmente del lado del Golfo de México en zonas húmedas, en el que la vegetación clímax, corresponde al Bosque Mesófilo de Montaña, casi siempre sobre laderas muy empinadas de las sierras. A diferencia del pastizal anterior, éste permanece verde durante todo el año, pero de igual manera se mantiene bastante bajo. En general cubre densamente el suelo, pero por lo común da la impresión de estar sobrepastoreado. Las gramíneas más comunes pertenecen aquí a los géneros *Axonopus, Digitaria y Paspalum*. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Erioneuron pulchellum* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex, Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp.* (Zacate cadillo o Roseta), *Lycurus phleoides, Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

Fotografía. 3 Pastizal inducido en el área del proyecto.





Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

- Bosque de Encino

Comunidades vegetales distribuidas en los macizos montañosos de México, en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, Sierra Norte de Oaxaca en los estados de Baja California, Baja California Sur, Nuevo León, Veracruz, Oaxaca, Michoacán México, Jalisco, Guerrero, entre otros, a excepción de la península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que va de los 10 a 26° c. y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000 mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altitud. Preferentemente se encuentra sobre la exposición norte y oeste, pero se le puede encontrar en otras. Este tipo de vegetación se ha observado en diferentes clases de roca madre, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género Quercus (más de 200 especies en México); estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, el tamaño varía desde los 4 hasta los 30 m de altura desde abiertos a muy densos. En general, este tipo de comunidad se encuentra muy relacionada con los de pino, formando una serie de mosaicos complejos. Las especies más comunes de estas comunidades son encino laurelillo (Quercus laurina), encino nopis (Q. magnoliifolia), encino blanco (Q. candicans), roble (Q. crassifolia), encino quebracho (Q. rugosa), encino tesmolillo (Q. crassipes), encino cucharo (Q. urbanii), charrasquillo (Q. microphylla), encino colorado (Q. castanea), encino prieto (Q. laeta), laurelillo (Q. mexicana), Q. glaucoides, Q. scytophylla y en zona tropicales Quercus oleoides. Son arboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, pero generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a m

Dentro del Región Ecológica podemos también encontrar su estad sucesional de vegetación secundaria, esto quiere decir que Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea, específicamente:

Fotografía. 4 Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino en la RE.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

- Agricultura de temporal anual (TA)

Es aquella superficie que el suelo es utilizado para cultivos agrícolas que se realiza con agua de lluvia, es decir, su éxito depende de la precipitación y la capacidad del suelo para retener humedad. Los factores son muy variables a través de las regiones y los años, por lo que el agricultor de temporal, ante la incertidumbre sobre los resultados a obtener, decide invertir lo mínimo indispensable creando condiciones de baja productividad y aumentando los riesgos de pérdida, desperdiciando años con condiciones de buena precipitación y, lo que es más grave, reafirmando la creencia generalizada de que la agricultura de temporal es improductiva. La duración del ciclo de cultivo es generalmente menor a un año. Se presentan en la RE bajo los siguientes tiempos de duración:

- Anuales: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo. (TA)

Fotografía. 5 Agricultura de temporal anual en la RE.



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

- Asentamientos humanos (AH)

Corresponde a las superficies ocupadas por infraestructura urbana y rural destinada a vivienda, servicios, comercio, industria y equipamiento. Esta categoría integra ciudades, localidades, zonas habitacionales, fraccionamientos, parques industriales, instalaciones de servicios, así como la red de infraestructura asociada (vialidades, patios, explanadas y otras áreas urbanizadas). En términos de clasificación cartográfica, la Serie VII considera esta clase cuando el elemento construido constituye la cobertura dominante del terreno, implicando la sustitución prácticamente total de la vegetación natural o agrícola original y reflejando un alto grado de transformación antrópica del paisaje.

Fotografía. 6 Asentamientos humanos en la RE.



Condiciones florísticas del área del proyecto y Región Ecológica.

A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto, así como el Región Ecológica.

Fotografía. 7 Condiciones ambientales de la flora en donde se ejecutará el proyecto

	
Pinus leiophylla especie ampliamente distribuida a lo largo de la RE y AI especie característica del tipo de vegetación donde se encuentra el proyecto	*Quercus obtusa* al igual que Q. rugosa especie característica de la RE
	
Pinus pseudostrobus especie encontrada en la RE y AI se observó con mayores dimensiones en áreas más conservadas de la RE	*Ipomoea murucoides* especie distribuida en el Región Ecológica y área del proyecto se observó más en límites de predios
	
Juniperus flaccida especie asociada a este tipo de vegetación	*Pinus teocote* especie arbustiva distribuida en la RE.

	
Baccharis salicifolia especie que es posible localizar distribuida en la RE	*Asclepias angustifolia* especie distribuida ampliamente en la RE
	
Wigandia ures especue indicadora de perturbación en ecosistemas se encontro ampliamente en la Región Ecológica principalmente en las orillas de caminos	*Loeselia mexicana* especie arbustiva distribuida en la RE.
	
Brickellia veronicifolia especie característica de ecosistemas que están en proceso de degradación en este caso agricultura de temporal anual	*Tithonia tubaeformis* especie herbácea distribuida en la RE y AI.

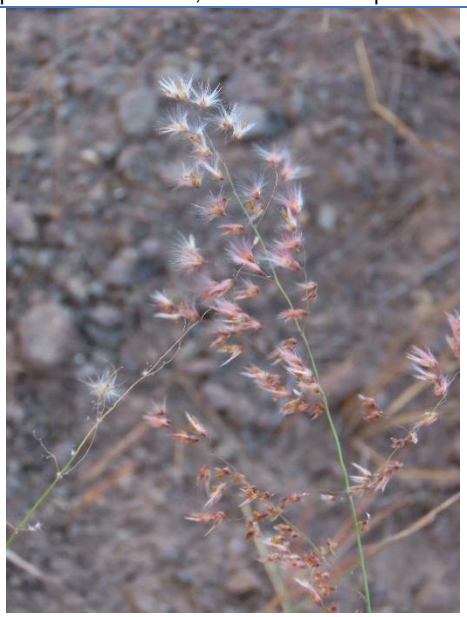


Physalis nicandroides especie característica VSa de Bosque de encino y pastizal inducido



Eragrostis intermedia especie distribuida ampliamente en pastizales inducidos, caminos o áreas perturbadas.





Melinis repens especie conocida como indicador de perturbación en pastizales.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con base en la evidencia fotográfica presentada, así como en la caracterización ambiental realizada mediante los trabajos de gabinete y campo, se considera que el desarrollo del proyecto es **ambientalmente viable**, siempre que se implementen de manera integral las medidas de prevención, mitigación, restauración y, en su caso, compensación ambiental establecidas en los capítulos subsecuentes de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

El proyecto consiste en la construcción de un puente, obra de infraestructura que permitirá mejorar las condiciones de conectividad y seguridad vial en la zona de influencia, garantizando la continuidad del tránsito durante todo el año y reduciendo los riesgos asociados al cruce del cauce, particularmente durante la temporada de lluvias, cuando las crecientes pueden limitar o impedir el paso de personas y vehículos.

La ejecución del proyecto contribuirá a optimizar la movilidad de la población, facilitar el acceso a servicios de salud, educación, comercio y protección civil, así como fortalecer las actividades económicas de la región al mejorar la comunicación entre las localidades beneficiadas. Asimismo, favorecerá la conectividad de la infraestructura carretera existente, incrementando la seguridad de los usuarios y reduciendo los tiempos de traslado.

Tabla. 7 Resumen del muestreo realizado

Diseño de muestreo	Simple aleatorio
Tipo de muestreo	Cuadrantes 20mx10m (Ver distribución de los sitios de muestreo)
Número de muestreos realizados	16 sitios
Duración del muestreo	8 días (4 primer muestreo, 4 segundo muestreo)
Fecha de su realización y periodicidad	Invierno Primavera
Representatividad del muestreo	Es representativo
Tipo de comunidad	Perenne y litológicas
Tipo de análisis de datos	Índice de Shannon y Wiener, Equidad de Pielou, Índice de Simpson, Dominancia.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Especies sujetas a afectación debido al proyecto

Motivo por la inclusión del proyecto existirá remoción de individuos vegetales, el acumulado de los mismos, así como el mapa de la superficie de afectación se muestran a continuación.

Tabla. 8 Especie a remover por la ejecución del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Individuos por remover	Estrato	DAP y/o longitud (cm)	Altura (m)+	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Pinus teocote	Pino Azteca	5.00	A	31.00	17.00	-
Pinus leiophylla	Pino chimonque	4.00	A	34.00	12.00	-
Quercus crassifolia	Encino Colorado	5.00	A	21.00	7.00	-
Juniperus flaccida	Enebro triste	5.00	A	12.00	1.90	-
Loeselia mexicana	Espinosilla	7.00	Arb	45.00	1.10	-
Ageratina petiolaris	Amargocilla	5.00	Arb	65.00	0.90	-
Wigandia urens	Chichicastle manso	3.00	Arb	60.00	0.80	-
Melinis repens	Pasto Africano rosado	25.00	H	40.00	0.35	-
Eragrostis intermedia	Zacate llanero	19.00	H	35.00	0.45	-
Dyssodia papposa	Flamenquill	18.00	H	21.00	0.25	-
Physalis nicandroides	Matapulgas	29.00	H	17.00	0.20	-

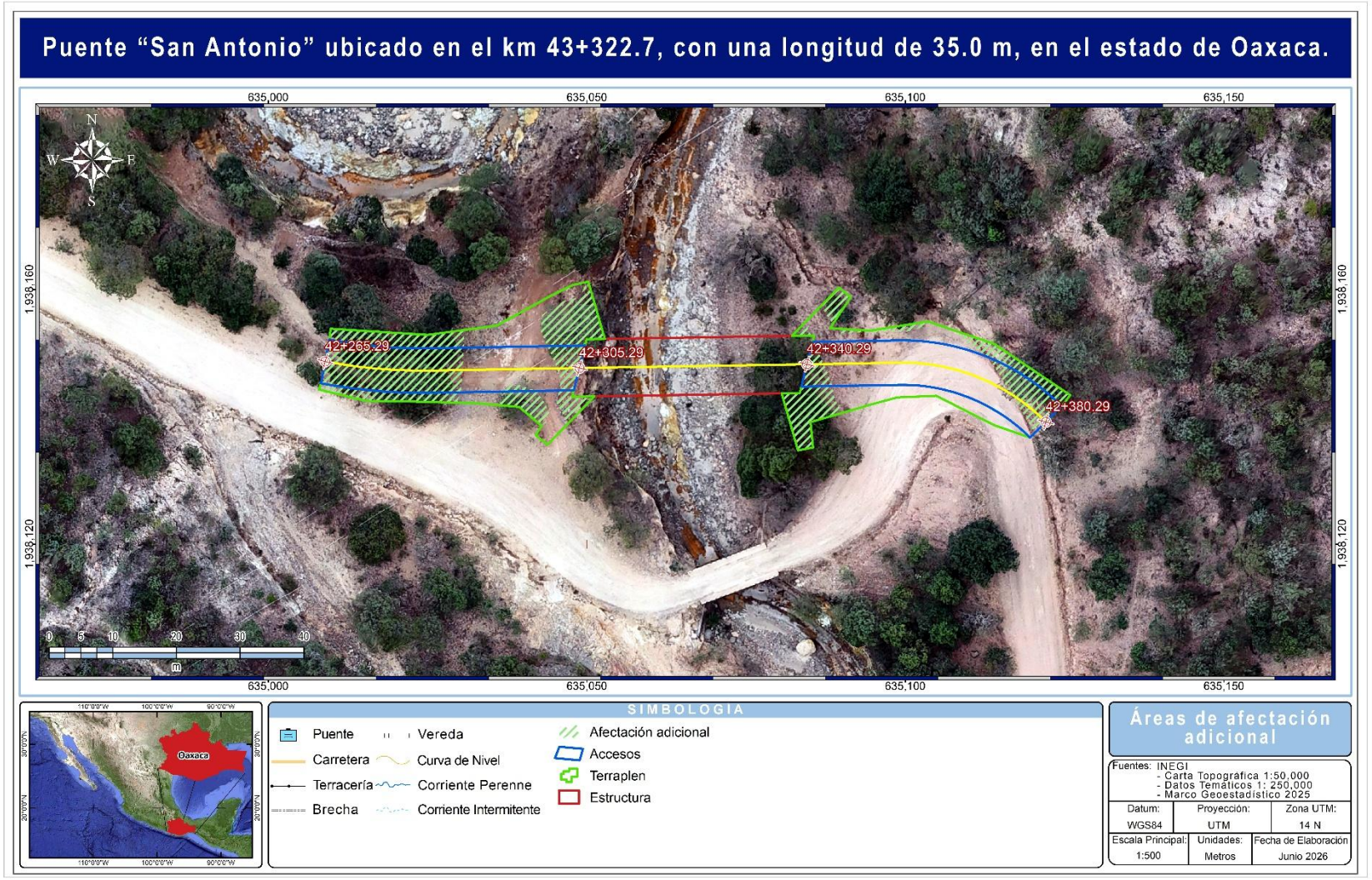
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Tabla. 9 total de especies por estrato de flora que serán sujetos a remoción

Estrato	Individuos por remover
Arbóreo	19
Arbustivo	15
Herbáceo	91
Total	125

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Imagen. 11 Afectación del puente



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Estado de conservación y/o perturbación que presenta la vegetación a afectar.

Durante los recorridos en la Región Ecológica del proyecto, se observó un ecosistema conservado con gran diversidad de especies, no obstante, en las áreas cercanas al proyecto se presenta cambio de uso de suelo para dar paso a la agricultura temporal anual, así como al pastizal inducido para el pastoreo extensivo, esto a pesar de no realizarse el proyecto conllevara a la inevitable degradación de la RE analizada.

Especies de interés comercial.

En el área del proyecto, a pesar de que se encuentran especies que pueden tener un interés comercial, la poca conectividad, así como el poco interés por parte de la población local hace que las especies reportadas no se consideren un interés comercial.

Especies endémicas, raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

La importancia de la flora mexicana recae en el número total de especies, su riqueza y número de endemismos. El alto porcentaje de endemismos se explica por la antigüedad de la flora mexicana y también por su grado de aislamiento ecológico y biogeográfico, también existe cierta relación florística entre las zonas templadas y cálidas de México, las cuales permiten el desarrollo de una flora particular con un gran número de especies endémicas.

Tabla. 10 Clasificación del estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

ESTATUS	CATEGORÍA
E	Probablemente extinta en el medio silvestre
P	En peligro de extinción
A	Amenazadas
Pr	Sujeta a protección especial

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Con base en los recorridos de campo, el inventario florístico realizado y la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se determinó que dentro del área donde se desarrollarán las obras y actividades del proyecto no se registraron individuos de especies de flora silvestre incluidas en alguna categoría de riesgo (Probablemente Extinta en el Medio Silvestre, En Peligro de Extinción, Amenazada o Sujeta a Protección Especial).

En consecuencia, la ejecución del proyecto no implicará la remoción, afectación o pérdida directa de especies vegetales protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. La vegetación que será intervenida está conformada por especies comunes y de amplia distribución regional, características de la vegetación secundaria y de los bosques templados presentes en la Mixteca Alta de Oaxaca.

Con lo anterior se muestra que, debido al desarrollo del proyecto, sólo requerirá la de 125 individuos vegetales, de los cuales 19 son árboles, 15 arbustos y 91 son herbáceas, cabe señalar, que no existen elementos vegetales que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es importante no afectar la vegetación de manera innecesaria aun cuando las especies no estén consideradas bajo alguna categoría de riesgo.

Con base en las características técnicas del proyecto, se concluye que la sustitución del puente se llevará a cabo íntegramente dentro del derecho de vía existente, sin requerir la ocupación de superficies adicionales ni la apertura de nuevas áreas para la ejecución de las obras. En este sentido, el proyecto no implica la transformación permanente de terrenos forestales hacia un uso distinto, sino la modernización y sustitución de una obra de infraestructura previamente establecida.

Durante la etapa de preparación del sitio será necesaria la remoción de individuos vegetales antes listados, los cuales se localizan dentro del derecho de vía existente y cuya afectación es puntual e indispensable para la construcción de la nueva estructura. Esta intervención no modifica el uso actual del terreno ni representa la incorporación de nuevas superficies al desarrollo del proyecto. En consecuencia, la ejecución del proyecto no implica la apertura de nuevos frentes de afectación sobre terrenos forestales, manteniéndose la ocupación dentro de la infraestructura vial existente. Asimismo, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental descritas en el presente documento, con el propósito de minimizar los impactos sobre la vegetación y favorecer la recuperación de las condiciones ambientales del sitio.

REFORESTACIÓN

La reforestación es un conjunto de actividades que comprende la planeación, operación, control y supervisión de la reforestación. Para que la reforestación se logre se deben de realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio a reforestar y definir las especies a establecer, el vivero de procedencia, medio de transporte, herramientas a utilizar, preparación del suelo, métodos, puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, protección, mantenimiento y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la plantación.

Los trabajos de reforestación con fines de restauración deben realizarse con especies nativas y evitar el uso de especies introducidas. De acuerdo con Aguirre et al. (2009) y Gurevitch y Padilla (2004) el uso de especies introducidas puede desencadenar problemas ecológicos, como la pérdida de biodiversidad, el incremento de enfermedades, la disminución de alimento y nutrientes para las especies nativas. Los casos revisados por Christensen (2014) indican que las especies introducidas pueden comportarse como invasoras y evitar el establecimiento de especies nativas, lo que mermaría los resultados de todos los esfuerzos que se realicen en materia de restauración.

El desarrollo de una reforestación depende de seis factores fundamentales:

I. Selección de los sitos a reforestar.
II. La selección correcta de especies en el sitio a reforestar.
III. El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
IV. Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar.
V. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
VI. La aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Criterios de selección de los sitios por reforestar

Con el objeto de minimizar los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proyecto: Puente ubicado en el km 60+300, ubicado en el estado de Oaxaca, los sitios que se seleccionen para ejecutar actividades de reforestación deberán cumplir con los siguientes criterios:

- Superficies sin vegetación aparente.
- Tener una pendiente moderada (menor de 30%).
- Los sitios seleccionados deberán contar con caminos de acceso, esto con la finalidad de facilitar las actividades de monitoreo y las labores de mantenimiento de las áreas reforestadas.
- Las áreas seleccionadas deberán localizarse dentro del Región Ecológica (RE).
- De preferencia los sitios a reforestar deberán tener una degradación de leve a moderada para tener mayores probabilidades de éxito.

Criterios de selección de especies para la reforestación

Antes de intentar cualquier acción de selección de especies, se recomienda estudiar e intentar usar la sucesión vegetal como forma inicial o primaria de revegetación en sitios perturbados y emplear la implantación (siembra y trasplante) únicamente como método secundario.

Las especies mejor adaptadas en zonas restauradas son las nativas que se han desarrollado in situ. Estas plantas, a pesar de las perturbaciones periódicas del suelo, han evolucionado bajo el clima local y son capaces de completar el ciclo de vida y mantener sus poblaciones. También, estas especies están adaptadas a la fauna

herbívora y las características patogénicas de la región. En contraparte, las especies exóticas no están favorecidas por las condiciones locales del clima, patógenos o animales herbívoros. Si estas especies, por naturaleza agresivas, se les da mucha ventaja en un principio, es posible que dominen el área de tal manera que se impida el establecimiento de otras especies, lo cual redundaría en el desarrollo de una comunidad natural diversa.

Los principales factores que deben considerarse en la selección de las especies vegetales a utilizar son:

- Los condicionantes macro climáticos que influyen también en la definición de las labores necesarias de preparación previa a siembras y plantaciones, y en las posteriores necesidades de mantenimiento.
- Las particularidades micro climáticas como la exposición (el efecto solana/umbría).
- Los usos del suelo circundante de manera que sea efectiva la coherencia ecológica y paisajística.
- La forma y la estructura geofísica prevista de las superficies a revegetar (pendiente, granulometría, pedregosidad-rocosidad, litología, etc.) que condicionarán el tipo de revegetación, la cantidad de material a utilizar, etc.
- La concordancia con la vegetación circundante para no producir rupturas del paisaje (por ejemplo, la no utilización de especies exóticas).
- Adaptabilidad a las condiciones edafológicas del lugar, de manera que precisen pocos cuidados (rusticidad).

Para la selección de especies de vegetación que se utilizarán en la reforestación se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Uso de especies nativas del área.
- Disponibilidad de semillas o plantones al momento de ejecución del proyecto.
- Condiciones de sitio que aseguren una alta sobrevivencia y buen desarrollo de la especie.
- Propagación sencilla y rápida.
- Sistema radicular profundo.
- Rápido crecimiento.
- Resistencia a las plagas y enfermedades.
- Resistencia al fuego y recuperación rápida después de los incendios.
- Experiencia en el manejo y conocimiento de necesidades de la especie.

Especies sujetas a afectación debido al proyecto

Tabla 5 Acumulado de especies que serán sujetos a remoción.

Nombre científico	Nombre común	Individuos por remover	Estrato	DAP y/o longitud (cm)	Altura (m)+	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Pinus teocote	Pino Azteca	5.00	A	31.00	17.00	-
Pinus leiophylla	Pino chimonque	4.00	A	34.00	12.00	-
Quercus crassifolia	Encino Colorado	5.00	A	21.00	7.00	-
Juniperus flaccida	Enebro triste	5.00	A	12.00	1.90	-
Loeselia mexicana	Espinosilla	7.00	Arb	45.00	1.10	-
Ageratina petiolaris	Amargocilla	5.00	Arb	65.00	0.90	-
Wigandia urens	Chichicastle manso	3.00	Arb	60.00	0.80	-
Melinis repens	Pasto Africano rosado	25.00	H	40.00	0.35	-

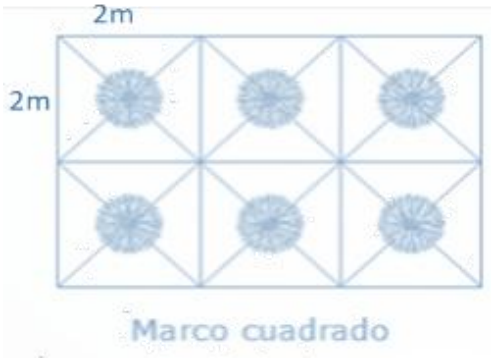
Eragrostis intermedia	Zacate llanero	19.00	H	35.00	0.45	-
Dyssodia papposa	Flamenquill	18.00	H	21.00	0.25	-
Physalis nicandroides	Matapulgas	29.00	H	17.00	0.20	-

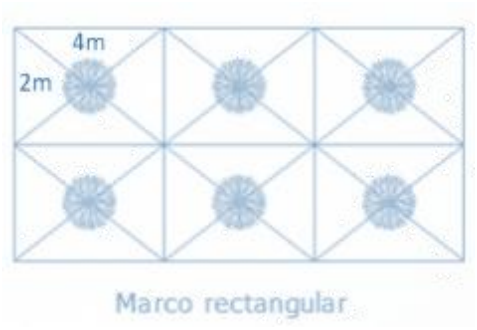
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Plantación tipo marco real

En este de diseño las plantas se colocan formando cuadros o rectángulos. Se recomienda utilizarlo en terrenos planos o con pendientes menores a 20 por ciento. En el caso de reforestaciones con fines productivos (plantaciones forestales comerciales), se recomienda utilizar este diseño por el manejo que se le puede dar a la plantación (deshierbes, riegos, fertilización, otros).

Imagen. 12 Ejemplo de diseño marco real





$$\frac{Np}{ha} = \frac{10{,}000m^2}{d^2}$$

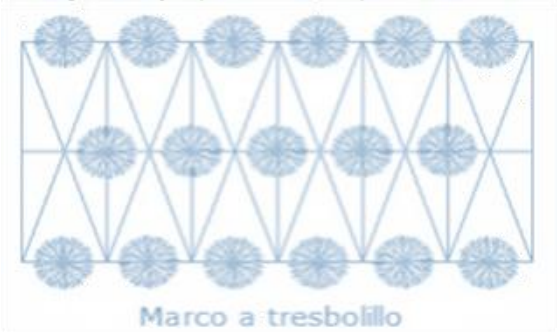
$$\frac{Np}{ha} = \frac{10{,}000m^2}{D \times I}$$

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Plantación tipo tres bolillo

Las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Este arreglo se deberá utilizar en terrenos con pendientes mayores a 20 por ciento, aunque también se puede utilizar en terrenos planos. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

Imagen. 13 Ejemplo de diseño tipo tres bolillo



$$\frac{Np}{ha} = \frac{10{,}000m^2}{d^2 \times 0.866}$$

$Donde$:
$0.866 = valor\ de\ la\ tangente\ trogonométrica$

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Diseño en curvas de nivel

Se utiliza este diseño al tener pendientes pronunciadas, más de 20%. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Las distancias entre plantas se establecen en función de las condiciones del suelo y el objetivo de la reforestación (CONAFOR, 2016). Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

Imagen. 14 ejemplo de plantaciones a curvas de nivel.



Fuente: UACH y CONAFOR, 2010.

Densidad de la plantación

La densidad de la plantación se puede definir como el grado de ocupación del espacio de crecimiento en un rodal (Musálem y Fierros, 1996), y normalmente se expresa en número de árboles por unidad de superficie (en México comúnmente se utilizan hectáreas). Este concepto es importante pues nos delimita la cantidad de ejemplares que se deben de plantar dependiendo del ecosistema dónde se desea hacer las actividades de reforestación, de no hacer caso y plantar ejemplares sin discreción, habrá una mayor competencia por agua y nutrientes lo cual dificultará el éxito del programa de reforestación. La siguiente tabla es la densidad promedio recomendada por la CONAFOR por tipo de ecosistema.

Tabla 6 Densidades promedio recomendad por tipo de ecosistema

Tipo	Ecosistema (densidad por ha)			
	Bosques de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas áridas y semiáridas
Con planta de vivero	Máximo 1,600 Mínimo 1,100	Máximo 900 Mínimo 625	Máximo 900 Mínimo 625	Máximo 2,000 Mínimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	Máximo 4,000 Mínimo 1,100

Fuente: CONAFOR, 2010.

Cantidad de plantas a utilizar

De acuerdo con la información presentada anteriormente, para las actividades de reforestación del presente proyecto se propone utilizar el método de marco real pues las áreas elegidas se encuentran en lugares con pendiente leve. Debido a que se tiene una remoción de 125 individuos, que se distribuyen de la siguiente manera: 19 árboles, 15 arbustos y 91 herbáceas, y se busca una compensación ambiental en una proporción mínima de 1:1 respecto al número de individuos a remover, lo que resulta un total de 125 individuos por reforestar, que da un total al mismo tiempo se necesitarían compensar 0.054 ha

Por lo que, contemplando tanto la superficie de afectación como la densidad recomendada por la CONAFOR tenemos la estimación de la densidad por hectárea que se aplicará para el proyecto, misma que se presenta a continuación:

$$\frac{NP}{ha} = \frac{10{,}000\ m^2}{3 \times 3} = \frac{10{,}000\ m^2}{9} \approx 1111 \frac{NP}{ha}$$

Una vez calculado este dato se tiene que calcular la superficie mínima requerida para conservar la densidad propuesta y satisfacer el número de individuos a reforestar.

$$perficie\ mínima\ requerida\ para\ reforestación = \frac{NP\ a\ reforestar}{\frac{NP}{ha}}$$

$$superficie\ mínima\ requerida\ para\ reforestación = \frac{125\ NP\ a\ reforestar}{1111 \frac{NP}{ha}}$$

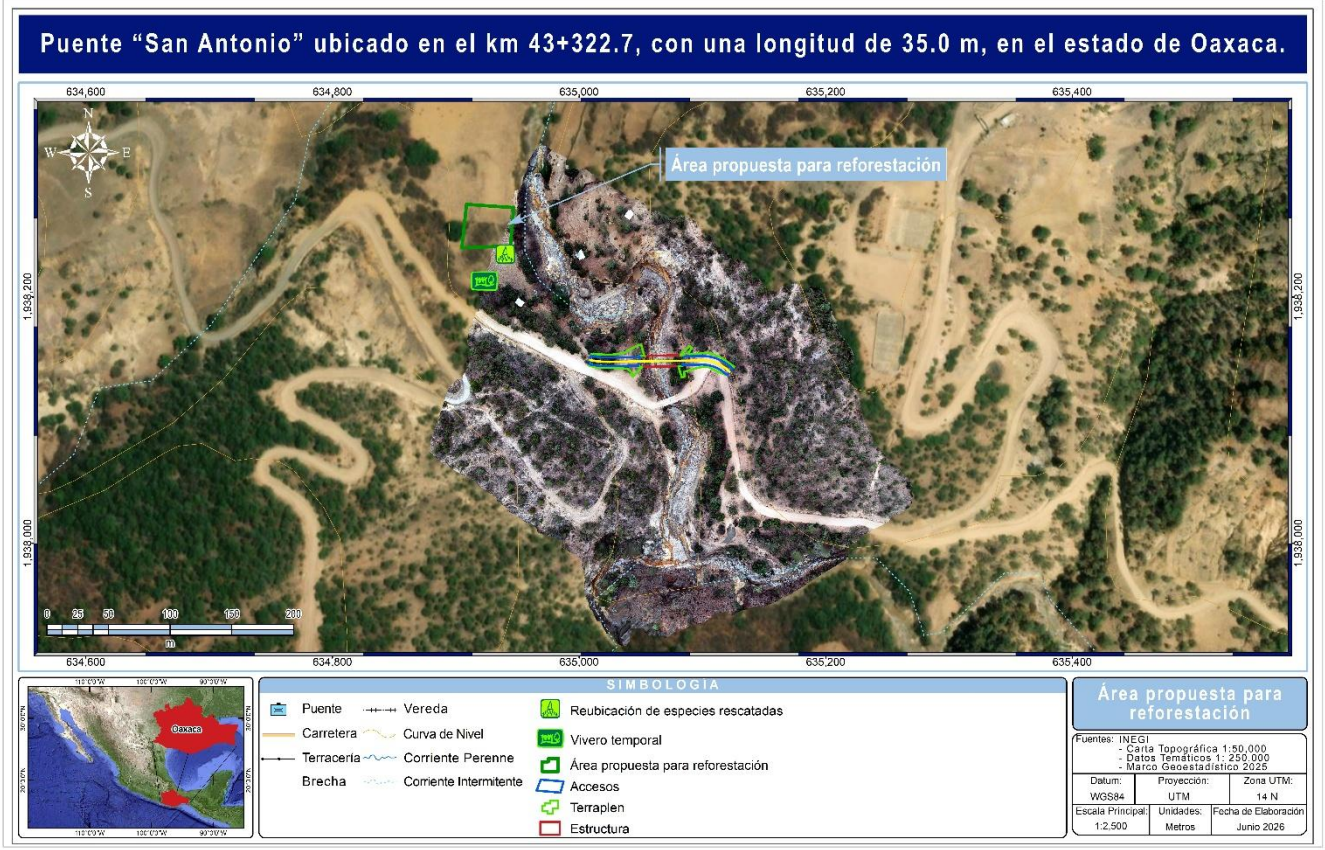
$$superficie\ mínima\ requerida\ para\ reforestación = 0.113\ Ha$$

Por lo que con la densidad establecida se busca una superficie con 0.113 ha para la reforestación con las especies endémicas

Ubicación de las áreas a reforestar

Dado que se afectarán superficies con individuos arbóreos que no son clasificados como áreas forestales se proponen polígonos para la realización de acciones de reforestación de las especies que se verán afectadas. Con respecto a las superficies propuestas es importante enfatizar que estas áreas fueron seleccionadas debido al potencial que brindan para poder ser rehabilitadas con vegetación forestal, sin embargo, en caso de que las áreas potenciales no se encuentren en condiciones para ser rehabilitadas el personal experto encargado de las actividades de reforestación y conservación de suelos, deberá elegir superficies disponibles y que cumplan con los criterios establecidos en el presente documento, de igual manera la superficie propuesta y densidad de las plantaciones deberán respetarse.

Imagen. 15 Ubicación del área propuesta para reforestación



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Especies seleccionadas para la reforestación

En la zona del proyecto, las plantaciones con especies nativas pueden desempeñar un papel muy importante en la recuperación de la estructura, riqueza y diversidad florística de los ecosistemas degradados. Por tal motivo es importante mantener la biodiversidad en el proyecto de la reforestación y plantar más de una especie vegetal. Las especies seleccionadas para este fin son ocho y se presentan a continuación.

Tabla 7 Especies a reforestar

ESPECIE	CARACTERÍSTICAS	CRITERIOS DE SELECCIÓN
Juniperus flaccida 	*Juniperus flaccida*, conocido comúnmente como **táscate**, **cedro enebro** o **enebro mexicano**, es un árbol perennifolio perteneciente a la familia Cupressaceae. Generalmente alcanza alturas de entre **8 y 15 m**, aunque en condiciones favorables puede superar los **20 m**, con diámetros que oscilan entre **20 y 60 cm**. Presenta un tronco recto o ligeramente torcido, con corteza de color café grisáceo a rojizo, fibrosa y exfoliante en tiras longitudinales. La copa es irregular y abierta, con ramas colgantes que constituyen una de las principales características para distinguir esta especie. Las hojas son escuamiformes, pequeñas y adpresas al tallo, de color verde oscuro, mientras que los conos femeninos son globosos, carnosos y de color azul oscuro o café rojizo al madurar, conteniendo de una a tres semillas. En México se distribuye ampliamente en la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, donde forma parte de bosques de encino, bosques de pino-encino y comunidades de transición con matorrales xerófilos, generalmente entre los **1,000 y 2,700 msnm**. Su madera es apreciada por su durabilidad y resistencia natural al ataque de insectos y hongos, por lo que ha sido utilizada en la elaboración de postes, cercas, artesanías, muebles rústicos y como combustible. Asimismo, desempeña un papel importante en la protección del suelo, la conservación de la biodiversidad y como refugio para diversas especies de fauna silvestre.	Colecta de semilla e hijuelos
Pinus teocote 	*Pinus teocote*, conocido comúnmente como **pino teocote**, **ocote** o **pino colorado**, pertenece a la familia **Pinaceae** y constituye una de las especies forestales más ampliamente distribuidas en los bosques templados de México. Generalmente alcanza alturas de **15 a 30 m**, aunque en sitios con condiciones favorables puede superar los **35 m**. El diámetro normal del tronco varía entre **30 y 70 cm**, registrándose ejemplares maduros con dimensiones superiores. Presenta un tronco recto y cilíndrico, con corteza gruesa de color café grisáceo a gris oscuro, profundamente fisurada y dividida en placas irregulares conforme aumenta la edad del árbol. La copa suele ser amplia, redondeada o ligeramente irregular. Las hojas son aciculares, rígidas y de color verde oscuro, agrupadas en fascículos de **tres**, ocasionalmente cuatro, con longitudes de **10 a 20 cm**. Los conos son ovoides a cónicos, de **4 a 8 cm** de longitud, de color café brillante al madurar, y contienen semillas aladas cuya dispersión ocurre principalmente por acción del viento. Su distribución comprende gran parte de la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur, desarrollándose en altitudes comprendidas entre **1,500 y 3,200 msnm**, donde forma bosques puros o asociaciones con especies de **Quercus**, **Pinus leiophylla**, **Pinus pseudostrobus** y otras coníferas características de los bosques templados.	Colecta de semilla e hijuelos

	Se trata de una especie de elevada importancia ecológica y económica. Su madera se emplea para la producción de aserrío, postes, celulosa, embalajes, muebles y diversos productos forestales. Asimismo, desempeña un papel fundamental en la protección del suelo frente a la erosión, la regulación del ciclo hidrológico, la captura y almacenamiento de carbono atmosférico y la conservación de la biodiversidad, proporcionando refugio y alimento para numerosas especies de flora y fauna silvestre.	
Pinus leiophylla 	*Pinus leiophylla*, conocido comúnmente como **pino chino**, **pino lacio** o **ocote chino**, pertenece a la familia **Pinaceae** y es una especie ampliamente distribuida en los bosques templados del centro y sur de México. Generalmente alcanza alturas de **15 a 30 m**, pudiendo superar los **35 m** en condiciones ambientales favorables. El diámetro normal del tronco oscila entre **30 y 80 cm**, dependiendo de la edad y de las condiciones del sitio. Presenta un tronco recto con corteza gruesa de color gris oscuro a café negruzco, profundamente agrietada en individuos adultos. La copa es relativamente abierta y de forma irregular. Sus hojas son aciculares, delgadas y flexibles, agrupadas en fascículos de **tres a cinco**, con una longitud aproximada de **10 a 20 cm** y color verde brillante. Una característica distintiva de esta especie es la persistencia de los fascículos sobre las ramas incluso después de la caída de las acículas. Los conos son cónicos u ovoides, de **4 a 7 cm** de longitud, con escamas leñosas que contienen semillas aladas dispersadas por el viento. Su distribución abarca la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico, desarrollándose entre **1,800 y 3,200 msnm**, donde forma asociaciones con diversas especies de **Quercus**, **Pinus teocote**, **Pinus montezumae** y **Pinus pseudostrobus**, particularmente en suelos de origen volcánico y pendientes moderadas. Desde el punto de vista ecológico, *Pinus leiophylla* desempeña un papel relevante en la estabilización del suelo, la regulación hídrica y la captura de carbono. Su madera es utilizada en la industria forestal para la elaboración de madera aserrada, celulosa, postes, leña y carbón vegetal. Además, constituye un componente importante del hábitat de numerosas especies de fauna silvestre, contribuyendo al mantenimiento de la diversidad biológica de los bosques templados.	Colecta de semilla e hijuelos
Quercus crassifolia	*Quercus crassifolia*, conocido comúnmente como **encino negro**, **encino de hoja gruesa** o simplemente **encino**, pertenece a la familia **Fagaceae** y constituye una de las especies más representativas de los bosques templados de encino y pino-encino del centro y sur de México. Generalmente alcanza alturas de **10 a 25 m**, aunque algunos individuos pueden superar los **30 m**. El diámetro normal del tronco comúnmente varía entre **30 y 70 cm**, pudiendo ser mayor en árboles longevos. Presenta un tronco robusto con corteza gruesa de color gris oscuro a casi negro, profundamente fisurada en individuos maduros. La copa es amplia, densa y redondeada, proporcionando una cobertura importante dentro del dosel forestal. Las	Colecta de semilla e hijuelos

	hojas son simples, alternas, coriáceas y de consistencia rígida, con forma oblonga a elíptica, margen generalmente entero o ligeramente dentado y una característica superficie inferior densamente pubescente de color café amarillento, rasgo distintivo de la especie. Los frutos corresponden a bellotas ovoides parcialmente cubiertas por una cúpula leñosa, cuya dispersión ocurre principalmente por gravedad y por diversas especies de mamíferos y aves. Su distribución comprende la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Eje Neovolcánico y diversas montañas del sur de México, desarrollándose entre **1,500 y 3,100 msnm**, donde forma bosques puros de encino o asociaciones con numerosas especies de pinos y otras latifoliadas. Desde el punto de vista ecológico, *Quercus crassifolia* desempeña un papel esencial en la conservación de los ecosistemas forestales, al contribuir significativamente a la formación y protección del suelo mediante la acumulación de hojarasca, favorecer la infiltración de agua, participar en la captura de carbono y proporcionar alimento y refugio para una amplia variedad de aves, mamíferos, insectos y otros organismos. Su madera es utilizada localmente para leña, carbón vegetal, postes y productos de carpintería rural, constituyendo además un elemento fundamental para la estabilidad y resiliencia de los bosques templados de la Mixteca Alta y otras regiones montañosas de México.	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Adquisición de las plantas para reforestar

En primera instancia se buscará que la totalidad de plantas requeridas provenga de las plantas rescatadas previamente, sin embargo, en caso de que las plantas no sean suficientes, se podrán adquirir o producir la cantidad de plantas faltantes según la densidad requerida, para lo que se conciliarán reuniones con la Comisión Nacional Forestal del Estado de Oaxaca, Ejercito nacional, gobierno estatal, así como en los municipios inmersos en el proyecto, con el objetivo de adquirir las plantas para la reforestación. Desde luego las empresas que se subcontraten para llevar a cabo esta actividad, tendrán la libre decisión de adquirir las plantas de donde más les convenga, siempre y cuando se adquieran plantas que logren pasar los estándares de calidad y sanidad especificados en este programa; y que correspondan a las especies que se han determinado.

Las plantas que se compren para el programa de reforestación deben tener las siguientes características:

- Tener una altura mínima de 25 cm hasta 40 cm.
- Que el tallo muestre signos de tener tejido leñoso formado.
- Que no muestren síntomas de estar amarillentas.
- Que no muestren partes muertas en los tallos.
- Que no muestren síntomas de estar enfermas, las señales indicativas de plantas enfermas son:
  - Plantas flácidas con tallos sin fuerza (es decir, que se doblen con facilidad).
  - Coloraciones amarillentas y/o cafés que no son propias de las de su especie.
  - Presencia de orificios como consecuencia de partes muertas.
  - Bordes de las hojas con partes muertas.
  - Que las hojas que se están secando sean las más jóvenes en lugar de las hojas viejas.
- Que por lo menos el 90 por ciento de las plantas tengan un buen desarrollo radicular, es decir, que las raíces no estén nudosas ni presenten enrollamientos dentro del contenedor. Para determinar esta condición se puede tomar una muestra de cinco plantas y sacarlas del contenedor para poder observar la calidad de la raíz.
- Que tenga al menos una semana de estar acondicionada a pleno sol. Las plantas que pasan de zona de sombra a campo abierto tienen pocas probabilidades de sobrevivir, ya que es frecuente que mueran por deshidratación.

Costos de las plantas

Los costos de las plantas variarán en función de varios factores:

- La dificultad para cultivar la especie.
- El tamaño de la planta que se compra.
- La época en que se está comprando la planta.
- La cantidad de plantas que se adquieren.
- Las políticas del vivero.

Manejo de las plantas

Es importante prestar especial cuidado al manejo de las plantas desde el vivero al lugar donde se establecerán de manera definitiva. Durante los procesos de carga, transporte y descarga, es cuando ocurren los mayores daños a las plantas y donde se registra la mayor pérdida.

Riego antes del transporte

Antes de ser cargadas al transporte, las plantas deben de ser regadas a la máxima capacidad de absorción del sustrato, con la finalidad de que resistan el traslado.

Forma de cargar las plantas

Las plantas deben de ser tomadas por el recipiente evitando tomarlas del tallo, ya que se corre el riesgo de dañar las ramas, o que, por el peso del sustrato humedecido, se quiebren los tallos, se dañen las ramas, se desprenda el sustrato y quede expuesta la raíz. Es recomendable que esta labor la realice el viverista y, en todo caso, vigilar que esté cumpliendo con esta recomendación. Para cargar más rápido y mover las plantas desde el lugar donde están en el vivero al lugar donde está el transporte, se puede auxiliar de una carretilla o en algunos casos los viveristas tienen carritos especialmente diseñados para este fin.

Tomar contenedores por las orillas, nunca del tallo de la planta. En el sistema tradicional se toma del envase, jamás del tallo.

Traslado de las plantas

El transporte de la planta del vivero al lugar de la reforestación debe hacerse con mucho cuidado para evitar daños al tallo, a la raíz y al mismo envase. Para prevenir posibles daños se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

- Hay que considerar que las distancias del vivero al área de plantación serán cortas, evitando traslados mayores a los 100 kilómetros.
- Para el traslado de la planta se deberá elegir una hora determinada y velocidad adecuada para evitar que las plantas sean expuestas al solo y a corrientes de aire. Durante el traslado se deben evitar movimientos bruscos.
- Transportar la cantidad óptima de planta por viaje de acuerdo con las características del vehículo de transporte, sin sobrecargarlo para evitar daños.
- Se debe proteger la carga con malla sombre encima de la estructura del camión.
- No encimar las charolas, contenedores o huacales (sistema tradicional) uno con otro ni colocar objetos sobre las plantas.
- La descarga se hará en un lugar plano, teniendo en cuidado con los movimientos bruscos que pudieran originar pérdida de la tierra del cepellón.

Protección de las plantas durante el transporte

Es importante que durante el transporte las plantas se protejan del viento y el sol, dado que, con el movimiento del vehículo se incrementa la velocidad con la que el aire se impacta sobre la planta, factor que incide en la pérdida de agua, lo que puede ocasionar muchas plantas muertas por deshidratación. Lo grave es que esta pérdida se ve reflejada dos o tres días después del traslado, es por esto por lo que la camioneta debe estar perfectamente cubierta con una lona o utilizar transporte cerrado con caja seca.

Preparación del terreno

El objetivo de preparar el sitio es mejorar las condiciones del suelo para asegurar una mayor sobrevivencia y facilitar las labores de plantación. Esta actividad se debe realizar antes de la reforestación.

Algunas actividades básicas de preparación que se deben hacer antes de comenzar una plantación son:

- Limpieza del terreno (deshierbe). Actividad destinada a eliminar la maleza existente en el lugar donde se establecerá la planta. Esto se hace para que no haya competencia por luz, agua y nutrientes.
- Preparación del suelo. Este paso es fundamental pues mezcla los suelos superiores con los inferiores garantizando una mayor frescura y concentración de nutrientes en el suelo, aumenta la sobrevivencia de las especies. Hay dos métodos para prepararlo:
- Preparación manual. Por lo general los trabajos de preparación se realizan con la ayuda de herramientas básicas como azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha o machete, entre otras. Estos trabajos son útiles en terrenos muy accidentados y son recomendables para superficies menores de 10 hectáreas (ha). Con este método sólo se trabaja el área donde se colocará la planta.
- Preparación mecanizada. Para esta labor se utilizan implementos agrícolas tirados por tracción animal o maquinaria. Cuando el suelo está muy compactado y ubicado en terrenos con pendientes menores al 30%, la preparación se puede hacer con un subsolador tirado por maquinaria, considerando que con esto se incrementan los costos de esta. Estas acciones favorecen la captación de agua de lluvia y crean mejores condiciones físicas para el desarrollo de la planta.

Lo recomendable para el presente proyecto será realizar el deshierbe y la preparación manual de las áreas por reforestar, esto con el afán de evitar alteraciones innecesarias y la pérdida de suelo por la remoción no requerida.

Golpe o pico de pala

Consiste en la apertura del suelo de un solo golpe, con pala o pico, creando un espacio suficiente para colocar la raíz de la planta. Se utiliza de preferencia planta con raíz desnuda y últimamente se ha utilizado para planta producida en contenedor de plástico rígido o poliestireno. Este método es aplicable en aquellos terrenos manejables y no pedregosos.

Cuando el suelo está muy compactado y el sitio a reforestar está ubicado en terrenos muy accidentados, la apertura de las cepas se puede hacer con la ayuda de una ahoyadora.

Sistema de cepa común

Cepa común: consiste en hacer una apertura en el suelo de forma cúbica o cilíndrica. Este tipo de cepa se emplea para planta producida en bolsa de polietileno, aunque puede usarse para planta en contenedores. Las dimensiones de la cepa dependen del tamaño del cepellón, puede ser de forma cúbica o cilíndrica, la tierra deberá cubrir totalmente el cepellón (raíz), y la parte aérea (tallo-follaje) deberá quedar libre. La planta de debe colorarse en forma vertical.

Plantación

Para realizar la plantación considerar los siguientes pasos:

1. Dependiendo del embalaje utilizado será el tratamiento de la planta:
   - Paquetes: Se retira el plástico del cepellón, cuidando la integridad de las raíces.
   - Cajas de madera, cartón o plástico: se extrae de las mismas con sumo cuidado, siguiendo el orden de las capas de planta en el interior.
   - Contenedor o tubete: Se extrae del mismo dando ligeros golpes al contenedor o tubete para separar el cepellón de la pared de la cavidad.

Una vez realizada la cepa, inmediatamente retirar la planta del contenedor y plantar, la finalidad es que el cepellón no esté expuesto al aire por periodos largos y evitar la evaporación de la humedad contenida.

2. Colocación de la planta:
   - Cepa común: momentos antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes; en el caso de la cepa común la planta se coloca al centro.
   - Golpe de pala o pico: se coloca de forma vertical en la parte más profunda, procurando de que el diámetro de la apertura y profundidad permita una entrada "limpia" del cepellón.

3. El relleno de la cepa se realiza de la siguiente manera:
   - Cepa común y golpe de pala o pico: después de haber colocado la planta y la tierra superficial, se rellena con la tierra más profunda.
   - Finalmente hacer un pequeño "estirón" para que no quede doblada algunas raíces.

4. Apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa, es decir compactar la tierra con la que se rellenó la cepa para evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su retiro del vivero hasta la plantación está sujeta a estrés por el traslado.

En todo momento se deberán atender las siguientes consideraciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si esta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Para el manejo de la planta producida en charola de poliestireno, tubetes o raíz desnuda se debe de sujetar la base del tallo (área entre el límite superior del cepellón y comienzo del tallo), la planta de bolsa de polietileno se sujeta del cepellón.
3. La planta debe quedar plantada en la cepa con la base del tallo a ras del suelo, ni por encima ni por debajo.

Apertura de cajete

Para incrementar la captación de agua y con ello tener mayor disponibilidad de humedad se apertura un cajete circundante a la planta, mismo que proporciona la infiltración de nutrientes al des compactar el suelo circundante, como a continuación se indica:

1. En el área circundante a la planta se debe de remover el pasto y suelo con la ayuda de una pala recta, tarpala o azadón creando un círculo de 100 cm de diámetro de forma cóncava (como un disco de arado).
2. los rastrojos de maleza deben quedar por fuera del cajete, la tierra removida debe llevarse a la base del tallo para "arroparlo" (nunca compactarlo), sin que esto signifique taparlo en demasía, con el n de evitar la exposición prolongada del tallo a la humedad o ataque de insectos nocivos.
3. Parte de la tierra removida hacia las orillas se utiliza para formar un bordo circundante al cajete, con el fin de evitar el derrame del agua captada.

Las dimensiones del cajete pueden variar de acuerdo con las características de suelo, como la textura, profundidad, grado de pedregosidad y pendiente, así como la disposición de la planta en las obras y prácticas de suelos. Sin embargo, la dimensión ideal es de 50 centímetros de diámetro, pero en un terreno con suelo pobre el cajete puede tener mayores dimensiones.

Etapa de mantenimiento de la reforestación

Se deberán realizar acciones de mantenimiento al menos en el primer año con el fin de garantizar que las acciones de reforestación, continúen cumpliendo con la función para las que fueron realizadas.

En esta etapa se realizan diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la reforestación, esto para asegurar una tasa de sobrevivencia del 85% de los ejemplares y cumplir con los objetivos planteados

Es recomendable que después de realizar la plantación, se realicen actividades de apoyo para reducir el estrés post plantación, debido a que las raíces están en proceso de arraigarse al suelo del sitio. Estas actividades pueden ser:

Control de maleza

Es recomendable realizar el control de maleza en la plantación, el cual consiste en eliminar toda la vegetación herbácea y arbustiva indeseable que, al competir por luz, nutrientes o agua, limite el desarrollo de las plantas de la reforestación. De acuerdo con el uso de equipo y herramientas se clasifica en:

- Control manual: se utilizan machetes, sus características dependerán del tipo y grado de incidencia de las malezas, cabe mencionar que para realizar esta actividad se requiere de mano de obra, por lo que, a mayor superficie, mayor será el requerimiento de estos.
- Control mecánico: se utilizan equipos especializados tales como desmalezadoras de mano (motorizadas) y desbrozadoras de tractor. Esta actividad requiere de menor mano de obra, pero a cambio genera consumo de combustible y depende de la disponibilidad de maquinaria.
- Control químico: este método es de uso reservado, debido a que requiere de la aspersión de agroquímicos que pueden ser dañinos al suelo y al medio ambiente.

Rehabilitación de cajete

Después del primer año de establecida la reforestación, es necesario realizar la rehabilitación del cajete con el fin de restablecer sus funciones de captación de agua, puesto que pudo haber sufrido deslaves en sus bordos o compactación, así como asolvamiento de sedimentos arrastrados por las lluvias.

Esta rehabilitación se recomienda realizarla antes del periodo de lluvias de su entidad. Para su realización se debe seguir los pasos marcados para apertura de cajete.

Fertilización

La fertilización de las reforestaciones es importante ya que ayuda a incrementar el desarrollo de los árboles, aumenta la resistencia a plagas y enfermedades, sobre todo en el primer año de su establecimiento, debido principalmente a que la restauración se realiza en terrenos con algún nivel de degradación lo que implica disminución en sus nutrimentos.

La fertilización puede realizarse utilizando dos fuentes:

- Orgánico o naturales: los abonos orgánicos son una fuente natural de devolverle fertilidad al terreno, donde se llevará a cabo la plantación; tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos orgánicos naturales son inofensivos para el medio ambiente, aunque su disponibilidad es limitada, especialmente cuando se trata de superficies de grandes dimensiones.
- Químicos: son productos que contienen uno o varios nutrientes necesarios para la planta, siendo suministrados al suelo de forma artificial. Existen dos tipos de fertilizantes:
  - Químicos solubles: Se disuelven en agua y son absorbidos por la planta rápidamente; sin embargo, gran parte del fertilizante no es aprovechado por que penetra a zonas del suelo donde las raíces no pueden alcanzarlo.
  - Lenta liberación: tienen una presentación en sólido como gránulos, los cuales, aunque no son absorbidos de inmediato por la planta se disuelven lentamente en agua con forme la planta los va requiriendo.

Para su aplicación sigue las recomendaciones del proveedor del producto y las instrucciones de la etiqueta del fabricante en cuanto a su dosificación y medidas de seguridad.

Para el proyecto en cuestión, es recomendable usar fertilizaciones a base de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores.

La mejor época de fertilización es cuando hay humedad en el ambiente, porque la planta toma los nutrientes presentes en el suelo cuando estos están disueltos en agua; por lo que el tiempo de lluvias es una buena época para la aplicación de fertilizantes, ya sea una o dos veces por año. La aplicación se recomienda por la mañana o al atardecer evitando el sol de mediodía, con objeto de que el fertilizante se quede en el suelo o en la planta y no se pierda por evaporación.

Acciones emergentes

Reposición de planta muerta

Para mantener la densidad previamente definida para la plantación, es necesario reponer las plantas muertas, se recomienda que la reforestación deba tener al menos el 80% de sobrevivencia y que tengan máximo un año.

1. Localizar las líneas de plantación y ubicar las cepas donde presente evidencias de planta muerta (rastros de tallo, follaje o raíces). Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas muertas en cada ciclo de lluvias.
2. Marcar con estacas las cepas con planta muerta y realizar un censo (conteo) para saber cuánta hace falta reponer.

3. Extraer con pala la planta muerta y reponer con una planta nueva siguiendo los pasos de plantación iniciales.

Aclareos

El remover cierto número de árboles en determinada etapa de desarrollo de la plantación propicia mejores condiciones de crecimiento con mayor calidad en el arbolado destinado a la obtención de materias primas maderables como aserrío, tableros, contrachapados y postes. Los aclareos sirven también para regular la composición específica del monte.

Riego de auxilio

Preferentemente se realiza muy temprano por la mañana o atardeciendo, dependiendo de la distancia hasta el punto más cercano de abastecimiento de agua, se puede realizar:

- Con el uso de motobomba y mangueras: cuando se cuenta con un afluente o cuerpo de agua cercano al predio a reforestar.
- Tipo manual con el uso de tambos, cubetas y regaderas de jardinería; para trasportar los recipientes se utiliza un remolque tirado por tracción mecánica o animal.

Indicadores de la plantación

Los indicadores que se pueden utilizar para conocer el éxito del trasplante y rescate y son los siguientes:

- Superficie (ha).
- Ejemplares plantados en la reintroducción (plantas muertas y vivas).
- Supervivencia (%). Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, en base al porcentaje de árboles que subsistieron al trasplante. Se realiza un censo un año después del trasplante, verificando de manera directa el estado que guarda la reforestación.
- Crecimiento de la planta (medición de diámetro y altura)

Entre los datos levantados en campo, destacan los siguientes:

- Calidad de la planta (vigor).
- Adaptación (el grado en que la especie plantada es adecuada al sitio).
- Número de plantas vivas y muertas, así como las principales causas de muerte de las plantas en campo. Es importante recabar el dato de número de plantas vivas en el predio o área de reintroducción.

A continuación, se presenta un cuadro tipo para el registro de indicadores del éxito del trasplante de ejemplares, este método también es aplicable para la reforestación.

Tabla 8 Formato para el registro de los datos en la etapa de monitoreo y seguimiento de las especies rescatadas

No. Progresivo	Nombre común	Nombre científico	Condición	Daño	Daño (%)	Altura total (m)	Vigor

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En donde se indicará la Condición de acuerdo con la clasificación siguiente:

Tabla 9 condiciones para la clasificación

Clave	Descripción
1	Árbol vivo
2	Árbol muerto en pie
3	Tocón

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

En la casilla de "Daño", se anotará el número de la clave de daño principal en los árboles vivos o la causa de su muerte en los sujetos muertos, de acuerdo con la siguiente clasificación.

Tabla 10 Tipo de daño

CLAVE	DAÑO	DESCRIPCIÓN
1	Ausencia de daño	El árbol no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas y enfermedades
2	Daño humano	El árbol manifiesta heridas causadas por el hombre.
3	Incendios	Presencia de carbonización en troncos y ramas o desecación o pérdida del follaje.
4	Insectos	Daño causado por insectos barrenadores, descortezadores, defoliadores
5	Viento	Árboles descopados o ramas y ramillas desgajadas, a consecuencia del embate del aire.
6	Enfermedades	Daños causados o indicados principalmente por hongos. (deformaciones o protuberancias de los tallos, ramas y frutos, así como manchas foliares o clorosis)
7	Roedores	Daños en el tallo, ramas, flores, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones.
8	Pastoreo	Pisoteo y ramoneo principalmente de brotes nuevos.
9	Otros	Cuando exista daño, pero no sea posible identificar el agente causante del daño.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Se anotará el porcentaje de individuos afectados por tipo de daño en la casilla Daño (%).
La altura total del individuo se medirá desde la base del individuo hasta la punta de este; para el caso de las especies arbóreas y arbustivas se tomará la altura de la rama más alta que integre la copa total del individuo.
El vigor puede considerarse como una manifestación de adaptación del sujeto al medio en que se desarrolla. La codificación para utilizar es la siguiente:

Tabla 11 Vigor de las plantas

CLAVE	VIGOR
A	optimo
B	bueno
C	pobre
D	Muy pobre o mínimo

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

RESCATE Y APILAMIENTO DE SUELO

Hay que tomar en cuenta que la afectación edáfica por la construcción de proyectos vías de comunicación se da en dos niveles principales, el primero corresponde a la pérdida del área donde será emplazado el cuerpo de los accesos del puente (afectación permanente), en esta área se realiza el despalme del horizonte orgánico del suelo y los horizontes minerales hasta donde sea necesario de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos. El área de afectación temporal se debe restaurar una vez terminada la obra o conforme se avance en la construcción, para lo cual se utilizará el suelo orgánico despalmado y las acciones de revegetación y reforestación; esta zona si bien no es despalmada puede ser, en ocasiones, la más afectada por el proyecto ya que debido al constante tránsito de vehículos y personas los suelos pierden sus propiedades físico químicas degradándolos de manera significativa, por lo cual las acciones de restauración de suelos, una vez terminada la obra o cuando se desocupe el área, serán enfocadas a esta zona.

El primer paso que se debe seguir, para evitar que se incremente la erosión dentro de la zona de afectación del proyecto y que en lo futuro pueda afectar tanto la estabilidad de los accesos como del área circundante a ésta, es que el desmonte considere solamente la línea de ocupación directa por el proyecto (afectación permanente), así como las áreas requeridas para la construcción de almacenes y patios de maniobra. Por tal motivo se deberá evitar desmontar superficies fuera de las mínimas necesarias para albergar estas instalaciones e infraestructura. Es de vital importancia que se delimiten las zonas de afectación para que la ejecución de las actividades de rescate se realice de acuerdo con dicha zonificación.

En la etapa del despalme se debe considerar que el horizonte superficial del suelo debido a su contenido de materia orgánica sea rescatado para su conservación y uso futuro, ya que almacena nutrientes y un banco de semillas que sirven como regeneradoras.

Una vez que la constructora lleve a cabo el despalme del suelo en las zonas que por sus características han sido propuestas para el rescate, en acuerdo y con la supervisión del especialista en suelos, se deberán aplicar acciones encaminadas a preservar sus propiedades fisicoquímicas. Las actividades de remoción del estrato edáfico, el arrime y el acomodo en los sitios seleccionados deben ser ejecutadas por la constructora de la siguiente manera:

- Como primera medida, se debe realizar la limpieza del sitio donde se llevará a cabo el despalme del suelo, las zonas de maniobra o de afectación se deben limitar a las establecidas, por ningún motivo se deberán extender estas áreas más allá de las designadas para este fin.
- Previo al despalme se establecerán los sitios para el almacenamiento temporal del suelo orgánico, delimitando las áreas por medio de estacas, cinta preventiva, algún medio visual como letreros, etc. Los sitios más recomendables para llevar a cabo el almacenamiento del suelo son los costados del derecho de vía que no vayan a ser afectados por la construcción, que carezcan de vegetación y que preferentemente tengan una topografía plana o con una muy ligera pendiente. La cantidad de suelo que será emplazada en cada sitio será en base a la planeación que lleve a cabo el especialista.
- Se debe identificar la profundidad del horizonte fértil u orgánico (este por sus características edáficas debe ser prioritario para la su conservación). Para este proyecto la profundidad del despalme deberá ser de la superficie hasta los 20 cm; en las zonas con suelos más profundos y en zonas con suelos más someros o pedregosos se llevará a cabo el despalme de acuerdo con la capacidad de maniobra de la maquinaria.
- La capa superficial del suelo orgánico será removida evitando hasta donde sea posible la compactación o alteración de sus propiedades. La remoción se hará desplazándolo con cuidado, y se recomienda colocarlo formando pilas trapezoidales, estas deberán tener una orientación paralela a la dirección predominante del viento, el tamaño recomendable es de 30 metros de largo, 4 metros de

ancho y 2 metros máximo de altura, dejando entre cada pila un espacio de 4 metros, no obstante, las dimensiones variarán en función de la superficie y el material despalmado disponible para esta conservación dentro del área de la obra.

- El traslado y acopio del suelo se debe hacer en un terreno con buenas condiciones de drenaje superficial que tenga un mínimo riesgo de inundación y con protección de la erosión eólica e hídrica. Es recomendable implementar trampas de sedimentación para disminuir la cantidad de sólidos arrastrados en el periodo de lluvias.
- Es necesario resguardar el suelo apilado por medio de estacas con letreros, acordonamiento o colocando un cerco provisional que delimite esta área. Esto evitará afectaciones o mal uso del suelo y del espacio destinado para su resguardo. Debe evitarse que el suelo acamellonado sea utilizado como depósito de residuos inorgánicos y de materiales de construcción. De esta forma se fomentará y conservará de la mejor manera posible el suelo.
- Para proteger las pilas de suelo de la erosión y que conserve sus características de fertilidad, se debe colocar una cubierta protectora vegetal sobre la pila (abono verde) y realizar el intercalado de los materiales del desmonte con el suelo rescatado. Estos materiales serán los restos de las zonas agrícolas, los pastizales y las zonas forestales.

Escarificación del suelo y acondicionamiento del sustrato para la forestación y/o reforestación de áreas afectadas

La compactación que se presenta en la zona del derecho de vía de los accesospor el constate paso de vehículos y personal tiene efectos negativos sobre las propiedades de los suelos como: cambios en la distribución y tamaño de los poros, disminución de la aireación del suelo, reorientación de los granos para formar una estructura más densa, incremento en la densidad aparente que dificulta el crecimiento radicular, disminuye la infiltración, restringe el intercambio gaseoso, promueve la erosión hídrica debido a que favorece la escorrentía superficial y la resistencia a la recarga hídrica, teniendo como consecuencia poca disponibilidad de nutrientes para las plantas y el desarrollo de microorganismos.

Por lo anterior es necesario realizar la escarificación (ripado) de los horizontes superficiales del suelo, esto es necesario para propiciar el establecimiento y desarrollo de especies vegetales que poblarán el suelo. Dicho procedimiento consiste en disgregar la superficie del suelo a una profundidad de 40 cm, permitiendo adquirir una condición suelta de los horizontes del suelo; se realizará con un escarificador de tal forma que al introducir los dientes se produzca un ripiado constante en toda la zona a escarificar disgregando los terrones y obteniendo agregados homogéneos.

Imagen. 16 Ejemplo de Ripper para la escarificación del suelo



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Las áreas donde se realizarán estas acciones es en los sitios que hayan sido afectados por el paso de maquinaria y otros diferentes usos como patios de maniobras, almacenes y caminos de acceso que se encuentren dentro de la zona de afectación del derecho de vía que cuenten con una capa de suelo mayor a 40 cm de profundidad y vayan a ser revegetados o reforestados. Como es el caso de los tramos comprendidos en la etapa de modernización de la carretera donde se escarificarán, en las rectificaciones y el ramal. Estas acciones deberán ser ejecutadas por la constructora con la asesoría, en caso de ser necesario, del especialista en suelos.

Una vez que hayan sido desalojadas las áreas ocupadas por la maquinaria y residuos de la obra, en las áreas que serán restauradas o revegetadas, la maquinaria de la constructora deberá llevar a cabo la remoción del suelo acamellonado tendiéndolo de manera uniforme sobre estas, donde se promoverá la revegetación con el banco de semillas del suelo y el aporte de pastos o herbáceas que se mencionan en el apartado de vegetación, con el fin de darle estabilidad a esta zona del cuerpo carretero y promover la infiltración en la zona, así como la estabilización de los suelos, evitando los procesos erosivos.

Estabilización de cortes y protección de suelo en taludes

A continuación, se describen una serie de medidas y acciones que se deben adoptar o incluso incluir en el proceso constructivo para minimizar el riesgo que ocurran procesos de remoción en masa, así como de accidentes, dentro de estos se incluyen técnicas que requieren medios mecánicos o naturales para su ejecución; además de que estos deben ser complementados, en los lugares aptos para ello, con la revegetación o reforestación.

Las técnicas que se recomiendan en este apartado serán aplicadas en las zonas afectadas por la construcción de las rectificaciones, por lo que cada sección del proyecto se debe adecuar a las condiciones técnicas de bioingeniería del lugar en específico donde se van a aplicar, teniendo en cuenta la topografía, la geología, la edafología. Y teniendo como principal objetivo:

- Estabilizar el cuerpo de los terraplenes de acceso
- Intentar mantener la vegetación existente e incentivar la revegetación de las zonas afectadas.
- Proteger la capa superior del suelo.
- Proteger las áreas expuestas a la erosión.
- Regular, drenar y almacenar el exceso de agua.
- Optimizar los recursos económicos disponibles con resultados a corto y medio plazo.

Una medida que se debe contemplar, y que es de "sentido común", pero que la dinámica de las obras puede dificultar, consisten en planificar las actividades de construcción y restauración en función de la meteorología del lugar reduciendo el tiempo de exposición entre la construcción y la restauración de desmontes, cortes y terraplenes, de manera que se eviten o minimicen los procesos erosivos y en escala mayor los movimientos en masa. Se deben tener en cuenta recomendaciones para integrar correctamente los factores geomorfológicos e hidrológicos que garanticen una mínima afectación a la hidrología superficial y subterránea a escala de paisaje, aumentando siempre, en la medida de lo posible, la 'permeabilidad' de los corredores de las infraestructuras. Por ejemplo, mediante la construcción del mayor número posible de viaductos y drenajes.

Los fenómenos de remoción en masa que pudieran presentarse en los diferentes partes del proyecto son procesos geomorfológicos relacionados intrínsecamente a las condiciones del relieve, materiales, estructurales, hidrológicas, climáticas y de vegetación que involucran movimientos relativamente rápidos tanto de suelo como

de roca; la correlación entre estos factores determinará los patrones y el umbral entre condiciones de estabilidad o inestabilidad.
Las obras o medidas se proponen de acuerdo con un panorama posible o el estado actual del sitio, ya que aún no se tiene un estudio en el que se especifique la magnitud de afectación de las laderas y los taludes de relleno por lo que, en caso de ser necesario, una vez que se tenga la conformación final del talud, se deberá llevar a cabo una adecuación de estas, ya que las obras que se realicen en cada talud dependen de las condiciones y características de este, como, por ejemplo:

- Cara del talud (longitud)
- Ángulo de inclinación (pendiente)
- Tipo de material (rocas pequeñas o grandes, suelo)
- Conformación del talud (aplanado, compactado, suelto)

Algunos de los métodos más usados para estabilizar taludes son:

- Modificación de la geometría
- Medidas de drenaje
- Elementos estructurales resistentes
- Muros u otros elementos de contención
- Medidas de protección superficial

Áreas donde será restaurado el horizonte orgánico del suelo y serán realizadas labores de des compactación, escarificación y/o acondicionamiento del sustrato para la forestación y/o reforestación de taludes

Con base en el proyecto constructivo del pretendido puente y tomando en cuenta que las principales afectaciones al recurso suelo se darán en la zona de los accesos, se considera que estas superficies deberán ser utilizadas para ejecutar las acciones anteriormente descritas, que son:

- Rescate y apilamiento de suelo
- Escarificación del suelo y acondicionamiento del sustrato para la forestación y/o reforestación de áreas afectadas.
- Estabilización de cortes y protección de suelos en taludes.

Imagen. 17 Zonas propuestas para acciones de rescate y protección de suelos



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Abonos verdes

El abono verde consiste en la incorporación al suelo de masa vegetal no descompuesta, con la finalidad de conservar y/o recuperar la productividad de este. Actualmente se conceptúa como abono verde a la utilización de plantas en rotación, sucesión y asociación, incorporándose al suelo o dejándose en la superficie ofreciendo protección, ya sea como un mantenimiento y/o recuperación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Los beneficios que presenta el uso de estos son:

- Proteger la capa superficial del suelo contra las lluvias de alta intensidad, el sol y el viento.
- Mantiene elevadas tasas de infiltración de agua por el efecto combinado del sistema radicular y de la cobertura vegetal. Las raíces después de su descomposición dejan canales en el suelo y la cobertura evita una desagregación y sellado de la superficie y reduce la velocidad de la escorrentía.
- Promueve un considerable y continuo aporte de biomasa al suelo, de manera que mantiene e incluso eleva, a lo largo de los años, el contenido de materia orgánica.
- Atenúa la amplitud térmica y disminuye la evaporación del suelo, aumentando la disponibilidad de agua.
- Por medio del sistema radicular, rompe capas duras y promueve la aireación y estructuración del suelo, induciendo la preparación biológica del suelo.
- Promueve el reciclaje de nutrimentos; el sistema radicular bien desarrollado tiene la capacidad de translocar los nutrimentos que se encuentran en capas profundas hacia las capas superficiales del suelo, poniéndolos a disposición de las plantas sucesoras.
- Disminuye la lixiviación de nutrimentos; la ocurrencia de lluvias intensas y de precipitaciones elevadas normalmente induce a un intenso proceso de lixiviación de nutrimentos. El abono verde, al retener nutrimentos en la fitomasa y liberarlos de forma gradual durante la descomposición del tejido vegetal, atenúa este problema.

- Promueve la adición de nitrógeno al suelo a través de la fijación biológica de las leguminosas;
- El crecimiento de los abonos verdes y su descomposición activan el ciclo de muchas especies de macroorganismos y principalmente microorganismos del suelo, cuya actividad mejora la dinámica física y química del suelo.

Las principales características que deben ser observadas para la selección de los abonos verdes son:

- Presentar rápido crecimiento inicial (agresividad inicial) y eficiente cobertura del suelo; producción de elevadas cantidades de fitomasa (materia verde y seca); capacidad de reciclaje de nutrimentos; facilidad de implantación y manejo en campo; presentar bajo nivel de ataque de plagas y enfermedades y no comportarse como planta hospedera.
- Presentar un sistema radicular profundo y bien desarrollado; ser de fácil manejo para su incorporación al suelo.
- Presentar tolerancia o resistencia a la sequía.
- Presentar tolerancia a la baja fertilidad y capacidad de adaptación a suelos degradados; se sugiere, además: pertenecer a la familia de las leguminosas; poseer semillas de tamaño medio (1000 a 1500 semillas/kg.), aptas para germinar en suelo preparado convencionalmente; especies que produzcan plántulas robustas, capaces de soportar la inclemencia del tiempo; poseer semillas permeables al agua, lo que facilita la germinación; no ser plantas trepadoras, principalmente si fueran de ciclo perenne.

A pesar de requerir tantas características, esto no significa que cada especie deba cumplir todos estos requisitos. En realidad, dependiendo de la especie de abono verde algunos de los puntos pueden ser despreciados. Difícilmente una especie cumplirá al mismo tiempo con todos los requisitos mencionados anteriormente. Por esta razón, sólo algunas de estas características serán de importancia fundamental, siendo por lo tanto utilizadas como criterios de selección. Las especies serán seleccionadas, en conjunto, entre el especialista en suelos y de vegetación con el fin de elegir la más adecuada para cada zona. Hay que tomar en cuenta que en caso de que se lleve a cabo esta medida durante la época de estiaje se necesitará el riego de las semillas para propiciar su desarrollo por lo que la constructora se encargara de proveer el recurso (agua), puede ser la misma que se utilice para el riego de las terracerías.

De acuerdo con el análisis de campo y gabinete realizado para la zona del proyecto se determinó que las plantas (herbáceas) como, por ejemplo; *Eragrostis intermedia* la cumplen con las características antes mencionadas para usarse como abono verde; además de que estas se encuentran en la mezcla de semillas propuesta para revegetar algunas de las zona.

Los residuos del desmonte, como: ramas, hojas y arbustos se trozarán, una parte de estos se utilizará para colocar de forma intercalada a las pilas de suelo, y servirán como protección contra fenómenos meteorológicos y contra la erosión; otra parte se utilizará en caso de ser necesaria y solo las ramas más grandes para las obras para el control de los procesos erosivos que se explican más adelante. Al llevar a cabo el troceo o triturado de los residuos vegetales se favorecerá su desintegración, principalmente durante la época de lluvias, este al mezclarse con el suelo permitirá tener un producto de mejor calidad con el cual poder ejecutar las actividades de revegetación o reforestación para este proyecto.

Los residuos orgánicos, junto con los abonos verdes, colocados en las pilas de suelo, durante la temporada de lluvias ayudarán a la infiltración del agua y a mantener la humedad del suelo por más tiempo; a través de la descomposición de estos materiales se contribuirá a la regeneración del suelo y a devolver parte de los nutrimentos, además de contribuir a la proliferación de la fauna edáfica típica de los suelos.

Una vez que el suelo acamellonado reúna estas condiciones, deberá permanecer así todo el tiempo que duren las obras de construcción y hasta su reaprovechamiento. Una vez que se vaya a realizar la reforestación o revegetación de los sitios afectados, los suelos que se encuentran apilados servirán para llevar a cabo la rehabilitación de estas zonas, la constructora realizará la remoción del suelo y el tendido sobre las superficies de acuerdo con el especialista.

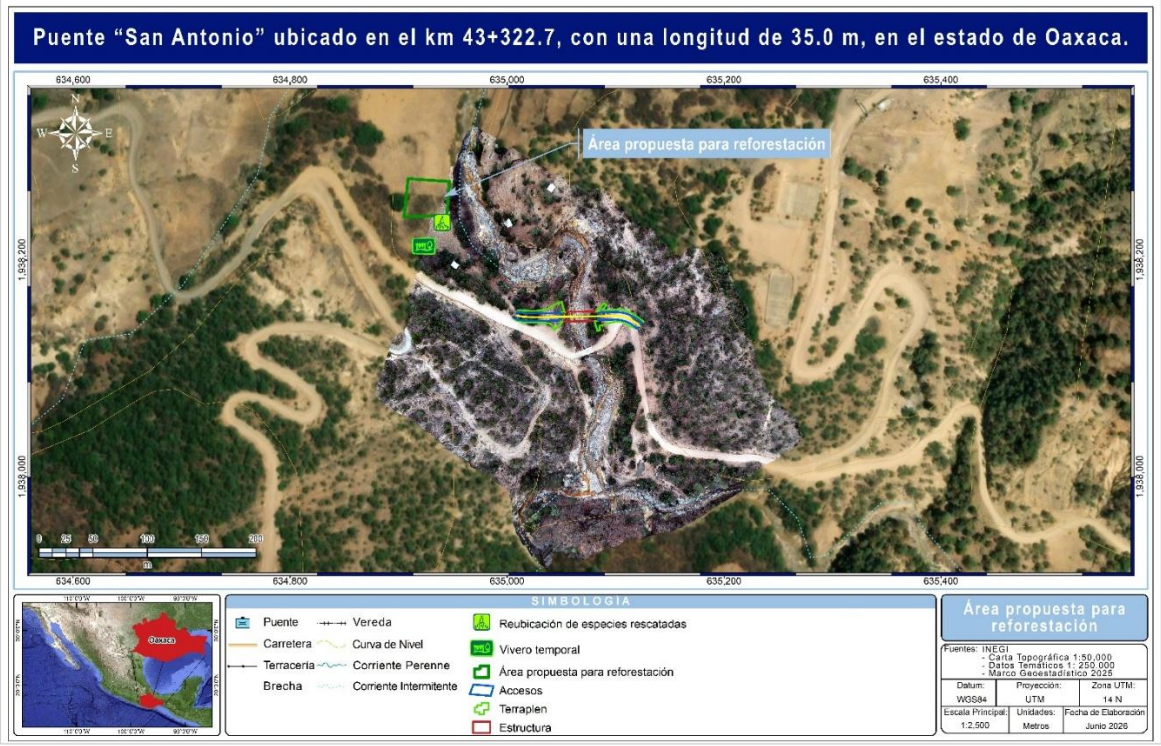
Áreas donde se ejecutarán acciones de conservación

Dadas las condiciones de la RE, las acciones de conservación de suelos son propuestas como una medida compensatoria que busca disminuir la pérdida de suelo y contribuir a la mejora de zonas estratégicas dentro del mismo. Para el presente proyecto se proponen como medidas de conservación de suelos, las siguientes:

- Abonos verdes

Para la ejecución de estas actividades, se propone utilizar las áreas propuestas para reforestación.

Imagen. 18 Ubicación del área propuesta para reforestación



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Calendarización de actividades

Para la calendarización de las actividades y acciones a desarrollar en la siguiente tabla se presentan las acciones para la conservación de suelos, incluidas las actividades asociadas a la reforestación.

Tabla 12 Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	AÑO 1					AÑO 2							AÑO 3						AÑO 4						AÑO 5						AÑO 6						
	1	2	3	4	5	1	1	1	1	1	1	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Mantenimiento de especies en vivero antes de su plantación para acciones de reforestación	x	x	x	x	x																															
Preparación del terreno por reforestar				x									*																							
Establecimiento de la plantación						x	x																													
Reposición de plantas muertas								x	x	x	x	x	x																							
Monitoreo de la plantación								x	x			x						X						X						X						X
Colecta de hojarasca	x	X																																		
Rescate y conformación de pilas (Pilas de 40m x m3 4m X 2m) -	x	x	X																																	
Troceo de residuos vegetales			X																																	
Adición de abono verde								x				X																								
Conservación del suelo conformado en pilas ha			x	x	x	x	X																													
Tendido de suelo acamellonado manualmente me en ´reas de recuperación								x	x	x	x	x																								
Presa de morillos												x	x	X																						
Estabilización de taludes								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Escarificación													x	x																						
Elaboración de reportes de cumplimiento												X						x						x						x						x

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

La ejecución de estas actividades está condicionada a la calendarización correspondiente de inicio de labores de la empresa constructora, así como la duración correspondiente de las obras y actividades del proyecto. Medidas de mitigación o compensación adicionales de los posibles impactos originados por la ampliación de las acciones de dicho programa.

De acuerdo con las actividades referidas en esta condicionante no se considera que habrá impactos adicionales por la aplicación de estas acciones de protección y conservación de flora silvestre, ya que tanto el rescate de ejemplares, como la colecta de estacas, frutos y semillas se realizará sobre superficies que serán desmontadas con el proyecto. La replantación de individuos por otra parte no implica más que el cavado de cepas en el área de su reubicación.

Indicadores de las acciones de conservación de suelo

Tabla 13 Indicadores de desarrollo edáfico

INDICADORES DE LA EVALUACIÓN PARA EL RECURSO EDÁFICO	
Revegetación	Contenido de Materia orgánica
Espesor del horizonte	Presencia de elementos gruesos
Color	Estructura
Textura	Penetrabilidad de raíces
Estabilidad de agregados	pH
Porosidad y retención del agua	Erosión
Infiltración	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Dentro de los parámetros de medición y evaluación, y los umbrales de alarma se considera la recuperación del contenido en la materia orgánica, de nutrimentos y/o la presencia de microorganismos del suelo. Se considera también el restablecimiento y cobertura del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo, así como la prevención y control respecto de la aparición de fenómenos significativos como son: erosión laminar o la formación de canalillos.

La evaluación de seguimiento y monitoreo de las acciones se llevará a cabo durante cinco años, en los cuales se realizará una valoración de sitios. Por lo que contempla hacer una ponderación de distintos sitios de muestreo a lo largo del proyecto, se propone efectuar cuadrantes de 2 m2 cada 2 km, con la finalidad de determinar la superficie de cobertura vegetal y el establecimiento de nueva vegetación, con ello se podrá valorar si el suelo es óptimo para sostener el crecimiento vegetal de manera cualitativa. Al mismo tiempo mediante un perfil edáfico se hará la descripción de algunos indicadores de desarrollo de suelo, que más adelante se describen. Una vez que se tenga el conjunto de datos de los sitios se llevará a cabo la evaluación edafo-ecológica del sitio con la cual se determinará si los suelos son aptos para continuar con una restauración a largo plazo, o presentan un desarrollo edáfico de acuerdo con el uso que tengan. De la misma forma se evaluará, en caso de obtener resultados negativos, si es necesaria la implementación de medidas de corrección o adecuación para el mejor desarrollo y sustento edáfico de las zonas.

Responsable de ejecutar las acciones

- El responsable de las acciones de rescate será un biólogo o ingeniero forestal que tenga conocimiento de la ejecución de programas de rescate para que coordine todas las actividades y que a su vez contará con 2 apoyos para que cumpla en tiempo y forma con el calendario de actividades de acuerdo con las especificaciones del resolutivo.
- No será necesario que permanezca de tiempo completo a lo largo del proyecto, sino que sus visitas serán temporales y espaciadas y estará en función de las demandas del proyecto.

- En el caso de la construcción y operación del vivero, habrá un coordinador que tenga conocimiento sobre manejo de plantas en vivero. Contará también con un apoyo. El jefe será el responsable de supervisar el trabajo que se lleva a cabo en el vivero, también con visitas esporádicas y por períodos breves de tiempo.

Otras consideraciones

A pesar de los esfuerzos que se plantean para las actividades de rescate y conservación de la flora silvestre en el puente, el proyecto forma parte de ecosistemas que han sido y seguirán siendo afectado por las distintas actividades antrópicas que se realizan en la región, principalmente la agricultura y la tala de árboles. Estas actividades dejan pocos sitios no perturbados y que conserven su vegetación primaria, que permita la reubicación de los ejemplares descritos en este programa, esto es quizás una de las problemáticas más significativas que debe ser afrontada. Por lo que se sugiere hacer la gestión ante instituciones o jardines botánicos que respalden estas actividades de rescate, alojando y teniendo en custodia algunos ejemplares. Se debe considerar la posibilidad de que en los sitios que fueron destinados para los programas, se restrinja el paso de la ganadería menor ya que los animales son bastante agresivos en su ramoneo. La restricción servirá como una medida de éxito más en los programas.

PROTECCIÓN Y MONITOREO A CUERPOS HÍDRICOS

Busca implementar todas las acciones necesarias para llevar a cabo el monitoreo confiable de las variables ambientales más relevantes, incluidas aquellas en que se haya detectado un impacto ambiental negativo.

Cobertura espacial

El Programa de Restauración Forestal, de Suelos y Cuerpos Hídricos cubrirá todas las condicionantes y términos señalados por la SEMARNAT, para su monitoreo y verificación oportuna, así como las recomendaciones del Programa de Vigilancia Ambiental.

Descripción

El Monitoreo Ambiental incluye todas las acciones y procedimientos necesarios para monitorear las variables ambientales claves y en particular las sujetas a cumplimientos por los instrumentos jurídicos.

Los resultados de la implementación de dicho plan de monitoreo serán reportados periódicamente a SEMARNAT. Estos resultados podrán ser verificados por la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA), siendo la Delegación Federal en el estado, a la que le corresponde dicha verificación, la cual recibirá copia de los reportes hechos a SEMARNAT. Es importante para el cumplimiento de dicho programa, que sean consideradas las medidas de mitigación y compensación manifestadas dentro de la MIA-P, así como en este Programa de Conservación y Protección a los Componentes Hídricos. Además de lo ya mencionado, este deberá contener lo siguiente:

A) Indicadores para medir el éxito de las medidas instrumentadas.
B) Acciones de respuesta cuando la aplicación de las medidas no genere los resultados esperados.
C) Plan operativo para la atención a contingencias ambientales.
D) Plazos de ejecución de las acciones y medidas.

Impactos asociados al recurso agua

Los impactos identificados más importantes inducidos por la construcción de carreteras a las corrientes superficiales y subterráneas son los que se relacionan con la limpieza, nivelación o rellenos del terreno: pérdida de la capa vegetal, modificación de patrones naturales de drenaje, cambios en la elevación del agua subterránea local, incremento en la erosión y sedimentación de los ríos y lagos.

Los efectos directos se resumen básicamente en cuatro situaciones posibles:

- Modificaciones en el flujo de agua superficial y subterránea.
- Efecto borde.
- Impermeabilización de las áreas de recarga de acuíferos.
- Cambios en la calidad del agua

El efecto borde para las corrientes de agua superficial es uno de los impactos potenciales más importantes que se pueden producir. Se puede generar un aumento de los riesgos de inundación que alcanzan especial relevancia en la zona sureste del país, donde la posibilidad de avenidas es mayor. El efecto de corte no se reduce a las aguas superficiales, sino que también puede afectar a los acuíferos libres cuyo nivel estático está cercano a la superficie del terreno, por las excavaciones debidas a la construcción de zanjas y cunetas, entre otras obras que requieran excavación, produciendo un descenso de los niveles piezométricos y afectando localmente el nivel freático. Otro aspecto que puede verse afectado es la recarga de los acuíferos. Las aguas de escorrentía que no se infiltran suelen ser conducidas a un cauce fluvial, con lo que la tasa de infiltración se reduce considerablemente; otro tanto ocurre si esta agua es conducida a zonas impermeables, donde la tasa

de infiltración es nula. La desviación temporal o permanente de caudales es otra de las acciones del proyecto que puede tener incidencia. Estas desviaciones producen un cambio en los sistemas de escorrentía y en la organización de las aguas superficiales que repercute a muy distintos niveles, como pueden ser los procesos locales de erosión-sedimentación y la vegetación riparia, entre otros. La calidad del agua puede verse afectada durante las etapas de construcción y de operación. En la primera, los principales parámetros que pueden modificarse son los sólidos disueltos y en suspensión y los nutrientes (debido a los movimientos de tierra) así como las grasas e hidrocarburos (por vertidos accidentales en las zonas de almacenamiento y maquinaria pesada). Durante la etapa de operación los principales contaminantes son los derivados de la deposición de las emisiones atmosféricas, principalmente partículas y plomo, y los de conservación de la vía, entre los que se incluyen diversos herbicidas. Durante esta fase también pueden ocasionarse vertidos ocasionales en los accidentes y derrames de aceites y grasas.

Las medidas de mitigación para minimizar y prevenir los impactos mencionados se presentan en el siguiente apartado del presente documento.

Medidas de mitigación para el factor agua

Las medidas propuestas se definen brevemente como sigue:

- Medidas Preventivas (Pr). Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
- Medidas de Remediación (Re). Estas acciones tienen como fin contrarrestar los efectos negativos provocados por las actividades del proyecto.
- Medidas de Rehabilitación (Rh). Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto para conservar la estructura y funcionalidad de la RE.
- Medidas de Compensación (Cm). Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
- Medidas de Reducción (Rd). Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema serán mínimos.

Es importante que todas las medidas de mitigación se realicen para garantizar que la ejecución del proyecto impacte lo menos posible al ecosistema, y que a mediano plazo pueda llevarse a cabo la implementación de las diferentes medidas de recuperación programadas. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos.

Tabla 14 Medidas de mitigación propuestas para el componente agua

CONTAMINACIÓN DEL AGUA		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Prevención	Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos.	Duración: planeación previa al inicio de las actividades Recursos: ninguno Responsable: empresa constructora
Prevención	Instalación de sanitarios portátiles para uso de la planta laboral; en caso de no ser posible la contratación de este servicio se recomienda la instalación de sanitarios secos	Duración: todo el tiempo que dure el proyecto Recursos: contratación de empresa local para este servicio Responsable: supervisor ambiental y empresa constructora
Prevención	Almacenar el material producto del despalme en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales a fin de evitar arrastre a corrientes de agua. Verificar que dichas áreas no tengan fugas u orificios para posibles derrames o infiltraciones no deseadas.	Duración: Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea utilizado en la formación de terraplenes y/o arropes Recursos: ninguno Responsable: supervisor ambiental +residente de obra
Prevención	Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la superficie de afectación propuesta a fin de evitar un aumento de compactación.	Duración: todo el tiempo que dure la obra Recursos: ninguno Responsable: supervisor ambiental +residente de obra
Remediación	Remover el suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles y/o aceites para su entrega a una empresa autorizada para su manejo.	Duración: construcción y limpieza del sitio Recursos: herramienta menor (pala, carretillas) y personal Responsable: supervisor ambiental
Reducción	En el caso de los residuos urbanos se recomienda instalar tambos o recipientes rotulados para la disposición temporal en los frentes de trabajo y áreas de almacén y talleres. Estos residuos deberán ser llevados al sitio de disposición final autorizado por el municipio. De la misma forma se recomienda separar los residuos en al menos tres categorías: Residuos orgánicos, inorgánicos y metales.	Duración: Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio Recursos: Se recomiendan tambos con tapa, que son de costo moderado y un confinamiento temporal con techo y piso Responsable: Supervisor ambiental
Reducción	Para la disposición temporal de los residuos peligrosos se debe contar con un almacén temporal que tenga las características indicadas en el art. 82 del Reglamento de la LGPGIR, además los recipientes o tambos para su almacén deberán estar rotulados y su transporte y disposición final será realizado a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT.	Duración: Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio Recursos: Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. Responsable: Supervisor ambiental
Prevención	Los sobrantes de mezcla asfáltica deben recogerse y en retornarse a la planta de asfalto, para su reciclado o disposición definitiva.	Duración: Construcción y limpieza del sitio Recursos: Se requerirá mano de obra y herramienta menor (pala, carretilla), ya considerada dentro del material requerido para el proyecto Responsable: Supervisor ambiental +residente de obra
Prevención	Los RP´s como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc.,	Duración: Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio

	deberán ser depositados en los recipientes indicados en el almacén temporal, y entregados posteriormente a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su manejo y disposición.	Recursos: Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. Responsable: Supervisor ambiental

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Medidas que se consideran para garantizar que no se ocasionará el deterioro de la calidad del agua

Los componentes hídricos son vitales para el desarrollo humano por lo que es prioritaria su protección para evitar su contaminación durante las actividades de construcción y conservación de puentes y caminos.
Las corrientes y cuerpos de agua son particularmente susceptibles de afectación por las causas anteriormente enunciadas, que además disminuyen los servicios de filtración de nutrientes, alimentación, refugio y reproducción de fauna asociada.
Es de gran importancia la adopción de medidas que eviten la contaminación de cuerpos de agua por causa de sedimentos, sustancias químicas tóxicas o peligrosas y aguas residuales, las cuales causan alteraciones sobre la flora y en su caso la fauna acuática, reduciendo la productividad del ecosistema acuático y la disponibilidad del agua para el consumo humano y actividades productivas.

Las acciones para la protección de componentes hídricos giran en torno a:

1. Evitar la alteración de patrones de sedimentación y fujo hidrológico, mediante la colocación de obras de drenaje menor o mayor según sea el caso.
2. Evitar la contaminación del agua.

Prevención de alteración de patrones de sedimentación y flujo hidrológico

Con la finalidad de afectar el flujo hidráulico del Rio San Antonio con la construcción del puente se elaboró un estudio hidrológico e hidráulico este estudio donde se llegó a lo siguiente:

Resultados alcanzados

En la tabla 15 se integra un extracto de los resultados obtenidos por los tres métodos: Gumbell, Nash y Levediev; estos datos, serán utilizados para definir diseños preliminares de obras, como es el diseño hidráulico, estructural y de protección.

Tabla 15 Resumen De Los Gastos De Diseño

Tr (años) / Método	Ven Te Chow (m^3/s)	HUT (m^3/s)	Método Racional (m^3/s)
50	204.84	109.49	271.42
100	269.41	146.77	358.86
500	439.32	243.65	418.17
1000	520.42	290.69	464.97

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Conclusiones

Después de realizados los estudios hidráulico e hidrológico, se concluye que el gasto que deberá tomarse como de diseño es el obtenido por medio del estudio hidrológico por método del V.T. Chow el cual dio como gasto de diseño (QDI) 204.84 m3/s asociado a un periodo de retorno de 50 años, por ser el más confiable.

Dicho gasto se transitó por la sección hidráulica del sitio de cruce (método de Sección y Pendiente), obteniéndose un NADI de elevación 2071.03 m, asociado a una velocidad de 4.603 m/s.

Por el programa Hec-Ras, se transitó el gasto de diseño por la sección hidráulica de cruce, en la condición sin puente y se obtuvo un NADI de elevación 2072.35 m, asociado a una velocidad de 2.59 m/s. En la condición con puente y se obtuvo un NADI de elevación 2072.41 m, asociado a una velocidad de 2.50 m/s.

El gasto de diseño podrá drenarse con un puente de 35 m_ de longitud, ubicado del km 42+310 al km 42+335; se tomará el diseño de Hec-Ras, cuya velocidad máxima bajo la obra será 2.59 m/s con una elevación de 2072.35 m
Se recomienda un espacio libre vertical entre el NADI y el lecho de la parte inferior de la superestructura de 1.5 m.

OBSERVACIONES:
Nota 1. El nivel de aguas de diseño (NADI) corresponde al gasto obtenido con el método V.T. Chow (el cual se estima ser el más confiable para este caso) a un periodo de retorno de 50 años, haciendo transitar este gasto por la sección hidráulica del cruce.

Derivado de este estudio se concluye que la ejecución del proyecto no afectara los flujos hidrológicos del Río "San Antonio".

Prevención de la contaminación del agua

Al verter aguas residuales, se contamina el resto del cuerpo hídrico a dónde se están vertiendo, esto es la alteración de las propiedades fisicoquímicas y/o biológicas del agua por sustancias ajenas, por encima o debajo de los límites máximos o mínimos permisibles, según corresponda, de modo que produzcan daños a la salud del hombre deteriorando su bienestar o su medio ambiente.

Los vertidos que se generan en las operaciones de conservación y ejecución de caminos y puentes y, que pueden afectar a la calidad de las aguas proceden de:

- Aguas de lavado de vehículos, maquinaria y equipos, con restos de aceite y grasas.
- Aguas sanitarias.
- Vertidos accidentales, de productos tóxicos o peligrosos.

Para prevenir la contaminación del agua se deben llevar a cabo diversas acciones y medidas, las cuales se describen subsecuentemente en este apartado.

Instalaciones auxiliares

- Todas las instalaciones de infraestructura auxiliar y temporal deberán ubicarse sobre superficies con suelo impermeable (concreto, cemento, membranas).
- Evitar la ubicación de parques de maquinaria, acopios de materiales o instalaciones auxiliares en las inmediaciones de cursos de agua o sus puntos de recarga.
- Las instalaciones auxiliares no deberán colocarse en las inmediaciones de cauces hidrológicos o sus puntos de recarga, se deberá considerar una distancia mínima de 20 metros de los cuerpos de agua para su ubicación.
- Los almacenes temporales de residuos deberán contar con suelo impermeable (concreto o cemento), protegidos del sol y la lluvia, en una zona ventilada, alejados de la red de saneamiento, dispuesto sobre un elemento o dispositivo que garantice una retención del residuo, cubeta o bordillo para evitar derrames.
- Las actividades susceptibles de producir descargas o derrames accidentales de productos tóxicos o peligrosos se realizarán en el Parque de Maquinaria, que deberá disponer de una zona adecuada para tal fin.
- El almacenamiento a granel de material peligroso debe confinarse en áreas de almacén autorizadas y designadas las cuales serán inspeccionadas regularmente. Las áreas de almacén no deben localizarse a menos de 200 metros de un cuerpo de agua o humedal.
- La recarga de combustibles para equipos de construcción móviles se realizará a un mínimo de 30 metros de distancia a cualquier cuerpo de agua.
- Los tanques de almacenaje de combustible deberán localizarse donde el derrame no alcance cuerpos de agua o humedales y sea contenido en un área acondicionada revestida con polietileno con capacidad de alojar dentro de ella un volumen igual al 125 % del tanque más grande.

Imagen. 19 Ejemplos de instalaciones auxiliares adecuadas.







Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Mantenimiento a maquinaria y equipo

- Realizar la limpieza de los vehículos y maquinaria en las zonas habilitadas a tal fin.
- Las zonas del parque de maquinaria destinadas al mantenimiento y compostura, susceptibles de recibir aportes de hidrocarburos, área de llenado de tanques y mantenimiento y limpieza de vehículos, se protegerán mediante superficies construidas con materiales impermeabilizantes que impidan filtración de líquidos o sustancias en el suelo y que garanticen el rápido drenaje de estos hacia las unidades de control.
- En caso de no existir parque de maquinaria en la obra, los subcontratistas realizarán las operaciones de mantenimiento de la maquinaria en talleres autorizados.
- Se deberán realizar revisiones visuales diarias para la detección de fugas de aceites o combustibles en la maquinaria y vehículos.
- Se deberá llevar un programa estricto de mantenimiento preventivo de la maquinaria para mantenerla en estado de funcionamiento óptimo.
- Las zonas de mantenimiento deberán contar con equipo de contención de derrames para minimizar el volumen de suelo contaminado.
- Controlar y recoger derrames de combustible y aceite con productos absorbentes y oleofílicos que se gestionarán como residuos peligrosos. Evitar el uso de agua.

Medidas para evitar el derrame de combustibles

Las principales fuentes de contaminación de los suelos durante la construcción de caminos y puentes son el derrame de combustibles, con alto contenido de contaminantes, especialmente los que contienen metales pesados como el plomo (Pb). El riesgo de que ocurran estos derrames y se propicie la contaminación de los suelos es permanente durante el tiempo que dure el proyecto e incluso una vez que esté operando la carretera. Para evitar posibles derrames de estos combustibles durante la construcción de la carretera se deberán adoptar una serie de medidas y procedimientos que reduzcan al mínimo la contaminación y degradación de los suelos en el área del proyecto.

Cuando un derrame de hidrocarburos permanece sin ser atendido puede causar daños constantes y crecientes al suelo y a otros recursos naturales. La falta de especificaciones ambientales para la restauración de suelos contaminados por derrames de hidrocarburos constituye uno de los principales factores de incertidumbre sobre la efectividad de los resultados de la remediación.

A continuación, se describen una serie de procedimientos que se deben tomar en cuenta para prevenir y reducir posibles incidentes.

- La recarga de combustible de vehículos se llevará a cabo preferentemente en estaciones de servicio destinadas para ello en los centros urbanos más cercanos. Si la recarga de combustible se tiene que hacer cerca del proyecto, se deberá realizar dentro de instalaciones provisionales, este deberá ser el mismo durante el tiempo que dure la obra. Para prevenir un posible derrame, el área de manipulación de combustibles debe estar rodeada por un pretil de contención sobre una losa preferentemente de concreto, ésta debe mantenerse limpia con el fin de hacer más sencilla la recuperación del líquido si llegará a derramarse, o en su defecto estar cubierta con materiales absorbentes que deberán cambiarse periódicamente y dispuestos en sitios de confinamiento para residuos peligrosos.
- En caso de que se tenga que realizar la recarga de combustible de los vehículos in situ, se debe contar con vehículos que cuenten con personal, señalamientos y aditamentos, adecuados para el despacho de estos, así como para la atención de contingencias. La recarga preferentemente se deberá llevar a cabo en un sitio donde no se encuentre expuesto el suelo, de no ser así, se debe colocar una lona debajo de los automotores y/o maquinaria o cubrir la superficie con materiales absorbentes donde se realizará la recarga (o algún material que funcione como aislante entre el suelo), de preferencia debe realizarse en un área que se encuentre cubierta con una plancha de concreto o pavimento.
- El almacenamiento de combustibles o sustancias que puedan derramarse debe ser en bodegas o áreas donde se puedan manipular con facilidad y seguridad. Todos los contenedores deben estar debidamente rotulados especificando su contenido.
- El o los responsables del manejo de hidrocarburos y sus derivados, deberá instruir al personal de como transvasar, manipular y actuar en el manejo de dichas sustancias, ya sea de forma normal en los trabajos de mantención, así como en el caso de alguna emergencia.
- El personal colaborará en la notificación al jefe inmediato de alguna fuga o derrame producido por su equipo ya sea camión o maquinaria.
- La disposición final de residuos peligrosos producto de las fugas o derrames (cartones, envases, estopas, suelo, etc.) será responsabilidad de la contratista.
- El especialista ejecutor del programa de suelos deberá estar atento y reportar fugas o derrames de hidrocarburo y sus derivados en caso de que se llegará a presentar alguno. Sin embargo, es obligación de la contratista atender directamente el incidente.
- Se debe hacer énfasis en que no es responsabilidad del ejecutor del programa de suelos atender de manera directa el siniestro, sin embargo, cooperará dentro de sus posibilidades con la contratista en mantener los medios para hacer frente a los incidentes a fin de hacer un esfuerzo por reducir el riesgo de ellos.

Imagen. 20 Ejemplos de áreas de mantenimiento adecuadas




Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Manejo de residuos sólidos

- Previo al despalme se requerirá colectar los residuos sólidos (inorgánicos) para impedir que se mezclen con el suelo (esta actividad estará condicionada, para este programa, únicamente sobre áreas de rescate de suelo orgánico, por lo que el especialista deberá estar atento al manejo y disposición de estos, depositándolos en los sitios que previamente la constructora designe para su colecta).
- De igual forma, una vez rescatado el suelo, deberá mantenerse libre de todo residuo sólido ajeno a su composición natural (botellas, latas, envolturas, etc.); dentro del proyecto el personal de obra o el viento pueden arrastrar residuos inorgánicos hacia el suelo acamellonado, por lo que se recomienda depositarlos en contenedores cerrados y alejados de los sitios propuestos para el acamellonamiento del suelo orgánico, pues los lixiviados pueden contaminarlo alterando sus propiedades químicas y físicas.
- En las zonas de resguardo de suelo de rescate serán colocados señalamientos (letreros) que eviten que el sitio sea utilizado como vertedero de residuos, así como su acordonamiento mediante estacas y cinta preventiva o soga amarilla gruesa, que evite el paso de personal y maquinaria ajenos.
- Los residuos de manejo especial y los peligrosos son aquellos desechos o residuos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgo o daño a la salud humana y el ambiente, por lo que deberán contar también con un plan de manejo de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) en la cual se incluyan los procedimientos para su acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento y/o disposición final.
- En la zona del proyecto estos residuos deberán ser colocados en contenedores con tapas debidamente rotuladas y diferenciadas entre orgánicos e inorgánicos para una correcta separación. La colecta y disposición de estos estará a cargo de la contratista, la cual vigilará que se cumpla con la normatividad vigente.
- Este tipo de residuos deberán ser conducidos, dentro del área del proyecto, a un centro de acopio para su almacenamiento temporal, este deberá tener características adecuadas como piso firme, de preferencia de concreto para facilitar la colecta de residuos en caso de derrame, estar ventilado, contar con el equipo de seguridad y contener recipientes con tapa debidamente señalizados. En caso de haber más de un punto de almacenamiento temporal estos deberán tener las mismas características de seguridad.

Limpieza y restauración de superficies contaminadas con residuos sólidos, residuos de manejo especial y/o residuos peligrosos

La generación de residuos sólidos es parte indisoluble de las actividades que se realizan en proyectos de construcción de infraestructura carretera. La limpieza, manejo y disposición final de los residuos sólidos que se generen del proyecto, así como las zonas destinadas a la instalación de patios de maniobra, etc., corresponden enteramente a la contratista, así como el manejo y disposición de residuos de manejo especial y/o residuos peligrosos que se generen durante la etapa de construcción.

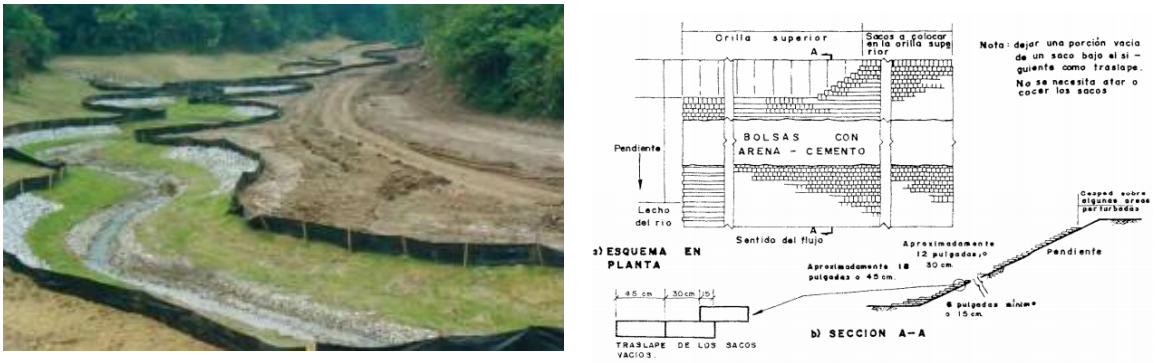
Obras longitudinales de protección

Una medida para evitar contaminación de flujos superficiales es utilizar barreras de contención tales como toldos, mallas o sacos de arena.

Geomallas. Las barreras de retención de sedimentos sirven para controlar los sólidos en suspensión en el agua, proporcionando una zona de contención controlada. Se da el nombre genérico de sedimentos a las partículas procedentes de las rocas, suelos o materiales de construcción que son acarreadas por las aguas que escurren o por medios mecánicos que circulan en las cercanías del cauce. Todos estos materiales, después de cierto recorrido finalmente son depositados a lo largo de los propios cauces, en lagos, en presas de almacenamiento, en la planicie y hasta el mar, provocando así azolvamiento y contaminación del agua, de ahí la importancia de este método de contención.

Sacos. Las obras longitudinales son obras localizadas en las laderas de los cauces u orillas, con materiales resistentes a la fuerza erosiva de la corriente, existen varios tipos, aunque las más utilizadas como medida de prevención durante obras son los sacos de arena o cemento y la propia vegetación. Sacos traslapados rellenos de arena y tierra se han usado ampliamente alrededor de cauces como medida de protección de emergencia contra avenidas. Esta protección es de corta vida a no ser que los sacos se rellenen, es recomendable no llenar totalmente los sacos sino dejar una parte vacía para hacer el traslape entre uno y otro.

Imagen. 21 Ejemplos de aplicación de métodos de contención para evitar la contaminación del agua por arrastre de sedimentos



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

Se recomienda usar barreras contenedoras cuando se realicen trabajos en las áreas de los accesos.

a. Usar toldos o mallas cuando se trabaje en agua para detener la caída de materiales.
b. En los casos necesarios, construir lagunas de sedimentación para evitar que el material sedimentable se deslice por las áreas con cobertura vegetal o hacia los cuerpos de agua.
c. Evitar el estancamiento de aguas en lagunas improvisadas y no controladas, como tampoco en rocas o tierra acumulada y no sólida, pues con un movimiento súbito se puede desestabilizar y deslizar la masa.

Acciones de protección

Reforestación

La reforestación es un conjunto de actividades que comprende la planeación, operación, control y supervisión de la reforestación. Para que la reforestación se logre se deben de realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio a reforestar y definir las especies a establecer, el vivero de procedencia, medio de transporte, herramientas a utilizar, preparación del suelo, métodos, puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, protección, mantenimiento y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la plantación.

Los trabajos de reforestación con fines de restauración deben realizarse con especies nativas y evitar el uso de especies introducidas. De acuerdo con Aguirre et al. (2009) y Gurevitch y Padilla (2004) el uso de especies introducidas puede desencadenar problemas ecológicos, como la pérdida de biodiversidad, el incremento de enfermedades, la disminución de alimento y nutrientes para las especies nativas. Los casos revisados por Christensen (2014) indican que las especies introducidas pueden comportarse como invasoras y evitar el establecimiento de especies nativas, lo que mermaría los resultados de todos los esfuerzos que se realicen en materia de restauración.

El desarrollo de una reforestación depende de seis factores fundamentales:

VII. Selección de los sitos a reforestar.
VIII. La selección correcta de especies en el sitio a reforestar.
IX. El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
X. Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar.
XI. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
XII. La aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Diseño de la plantación

En esta parte del proceso se determina en qué puntos del terreno se van a plantar los árboles de acuerdo con las diferentes condiciones topográficas del mismo. Es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta que en sus etapas juveniles la plantación debe tener por lo menos el doble de densidad que cuando es adulta (CONAFOR, 2010).

De acuerdo con la información presentada anteriormente para las actividades de reforestación del presente proyecto se propone utilizar el método de tres bolillos para el diseño de plantación, por lo que, la distancia entre plantas e hileras será en función de la vegetación característica del polígono por reforestar.

Acciones emergentes

Rescate de suelo contaminado

La degradación química del suelo provoca pérdida total o parcial de su productividad como consecuencia de la acumulación de sustancias tóxicas en concentraciones que superan el poder de amortiguación natural del suelo y modifican negativamente sus propiedades. Por esa situación la contaminación de los suelos se debe impedir en lo posible; durante la construcción de la obra se tendrán que hacer recargas de combustibles in situ, sin embargo, se deben atender las recomendaciones antes señaladas con el fin de minimizar derrames o fugas que perjudique el estado natural del suelo y al mismo tiempo prevenir el escurrimiento de dichas sustancias hacia los cuerpos hídricos.

Con el propósito de dar certidumbre a las acciones de caracterización y remediación a los causantes de la contaminación se ha expedido la Norma Oficial Mexicana **NOM-138-SEMARNAT//SS-2003**, la cual establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

El especialista en suelos realizará recorridos de inspección a lo largo de los proyectos notificando a la contratista en caso de algún incidente siguiendo la metodología antes expuesta, es importante recalcar que *el especialista no estará comprometido ni obligado a realizar la colecta o el muestreo del suelo contaminado y mucho menos a darle algún tipo de tratamiento, únicamente sumará esfuerzos con la contratista, en la medida de sus posibilidades, notificando alguna eventualidad para reducir riesgos de contaminación hacia los suelos o cuerpos de agua que pongan en peligro la estabilidad del ecosistema.*

En caso de suceder algún incidente con hidrocarburos deberá atenderse el procedimiento descrito en la norma referida (con el fin de facilitar la consulta del documento en caso de ser necesaria alguna aclaración consulte la siguiente página, (www.semarnat/NOM-138-SEMARNAT-2000), la cual tiene un campo de aplicación en todo el territorio nacional, para quienes resulten responsables de la contaminación con hidrocarburos en suelos.

En caso de cualquier tipo de contaminación del suelo se deberán restaurar las zonas dañadas por contaminación del suelo.

Ver apartado de Rescate y apilamiento de suelo para más detalle.

Reposición de planta muerta y aclareos

Para mantener la densidad previamente definida para la plantación, es necesario reponer las plantas muertas, se recomienda que la reforestación deba tener al menos el 80% de sobrevivencia y que tengan máximo un año.

4. Localizar las líneas de plantación y ubicar las cepas donde presente evidencias de planta muerta (rastros de tallo, follaje o raíces). Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas muertas en cada ciclo de lluvias.
5. Marcar con estacas las cepas con planta muerta y realizar un censo (conteo) para saber cuánta hace falta reponer.
6. Extraer con pala la planta muerta y reponer con una planta nueva siguiendo los pasos de plantación iniciales.

Para el aclareo, el remover cierto número de árboles en determinada etapa de desarrollo de la plantación propicia mejores condiciones de crecimiento con mayor calidad en el arbolado destinado a la obtención de materias primas maderables como aserrío, tableros, contrachapados y postes. Los aclareos sirven también para regular la composición específica del monte.

Ver apartado de reforestación para más detalle.

Indicadores de las acciones para la protección de componentes hídricos

Tabla 16 Indicadores de eficiencia para las acciones preventivas de protección a los componentes hídricos

1.	**Volumen de residuos dispuestos**
2.	Número de botes para basura instalados
3.	m^2 de suelo aislante o impermeable instalados
4.	Número de sanitarios disponibles
5.	Número de registros documentales de mantenimiento periódico en talleres mecánicos autorizados
6.	Número de camiones con lona
7.	Numero de derrames reportados y atendidos
8.	Volumen de suelo rescatado
9.	m de geomalla instalados en la periferia de cauces
10.	Superficie revegetada en zonas ribereñas

Tabla 17 Indicadores de la calidad del agua

1.	Numero de análisis fisicoquímicos realizados
2.	Parámetros fisicoquímicos de oxígeno disuelto (superiores a 4 %), fósforo total (menor a 0.4mg/l PO4), y pH (entre 6 y 9).
3.	Numero de flujos ininterrumpidos.
4.	Número de obras de drenaje
5.	Numero de derrames en cuerpos de agua

Responsable de ejecutar las acciones

- Los responsables de la ejecución y la supervisión de las acciones para proteger los componentes hídricos deberán ser el contratista y un ingeniero ambiental o biólogo, que tenga un conocimiento de la ejecución de supervisión ambiental para que coordine todas las actividades y que a su vez contará con dos apoyos para que cumpla en tiempo y forma con el calendario de actividades de acuerdo con las especificaciones del resolutivo.
- Será necesario que permanezca de tiempo completo a lo largo de las etapas de preparación y construcción del proyecto y que verifique las acciones en función de las demandas del proyecto.

Acciones de supervisión ambiental

Los responsables de la supervisión ambiental deberán ejecutar al menos una vez al día recorridos de vigilancia e inspección, en los que deberán aplicar por lo menos la siguiente lista de chequeo y mantener evidencia documental de las acciones realizadas.

Tabla 18 Formato de seguimiento y control de supervisión ambiental

FORMATO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL		
Nombre del proyecto:	No. de formato:	Fecha:
Nombre del promovente:		
Fecha de inicio:	Duración:	Fecha de término:

Actividad	Puntos por revisar	Avance	Antes del inicio de los trabajos	Semanas												Años de operación		% de avance
				Preparación del sitio			Semanas											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	
Colocación de señalamientos de obra	Definir su localización en un plano de señalización	Programado		x														
		Real																
Definir las áreas para almacenes y patios de maquinaria	Delimitación de la zona, identificación del sitio para almacenamiento en un plano del proyecto	Programado		x														
		Real																
Instalación de señalamientos para moderar la circulación de vehículo	Identificar el sitio donde serán colocadas las señales mediante recorridos a los puntos considerados	Programado		x														
		Real																
Irrigar con el agua tratada	Revisar que el riego sea uniforme y la cantidad de agua a utilizar sea la mínima posible	Programado		x	x	x												
		Real																
Revisión del cumplimiento de la maquinaria con lo establecido en la NOM-041-	Revisión continua de la maquinaria (de acuerdo con lo establecido en el programa) y	Programado		x														
		Real																

SEMARNAT-2015 y NOM-042-SEMARNAT-2003	verificación de los vehículos																
Realizar actividades de mantenimiento de maquinaria	Describir las actividades a realizar y la fecha para verificar el cumplimiento del programa	Programado									x						
		Real															
Equipar la maquinaria con silenciadores	Revisar que toda la maquinaria cuente con los silenciadores	Programado		x													
		Real															
Acondicionamiento del sitio de almacenamiento de residuos peligrosos	Definir el sitio para su localización con piso impermeable y el objeto para cubrir el recipiente durante el almacenamiento	Programado		x													
		Real															
Recolección de residuos peligrosos	Definir el día y la hora en que se realizará la recolección	Programado			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
		Real															
Solicitar al banco de materiales su autorización correspondiente para explotación de materiales pétreos	Copia de la autorización en material de impacto ambiental del banco de materiales vigente	Programado		x													
		Real															
Realizar el traslado de materiales en camiones cubiertos y horarios establecidos	Dotar a los camiones de lonas y permitir su acceso únicamente en horarios que faciliten su acceso	Programado		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Real															
Contar con personal que se encargue del control del tránsito	Comisionar por horarios a los trabajadores para el control de tránsito	Programado		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA INSTRUMENTACIÓN DEL PROGRAMA

Las actividades de rescate que incluirán la identificación, el censo, rescate, mantenimiento y trasplante de los ejemplares de flora serán realizadas por personal capacitado (biólogos e ingenieros forestales), en la medida de las posibilidades se buscará la participación de los centros educativos estatales. De igual manera se incluyen las actividades de conservación de suelo como son: rescate de suelo y apilamiento de suelo, abonos verdes, escarificación de suelo y estabilización de taludes.

Dado que estas actividades deberán llevarse a cabo al mismo tiempo que los avances de las obras de la etapa de preparación del sitio, se realizaron salidas al campo conforme se avance el proyecto. Cabe señalar, que el material que se cotiza a continuación podrá estar incluido dentro del monto total del presupuesto destinado en caso de realizar convenios con las instituciones estatales de educación superior. Asimismo, los sueldos propuestos para el personal especialista y ayudante que trabajarán en las etapas antes descritas, también podrán estar incluidos en dichos convenios.

Tabla 19 Estimación de costos para la ejecución de actividades del programa de restauración forestal, de suelo y cuerpos hídricos

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Materiales				
Aceite para motor	LT	18	$120.00	$2,160.00
Gasolina	LT	1152	$30.00	$34,560.00
Juego de llantas para camioneta	JGO	2	$3,652.00	$7,304.00
Bolígrafo bic punto fino negro caja con 12	PAQ	2	$63.50	$127.00
Facia bond carta con 500 hojas copamex	PZA	1	$699.00	$699.00
Lápiz bic evolution amarillo 12 pzas	PAQ	3	$65.50	$196.50
Sacapuntas azor, goma, corrector	PZA	2	$405.00	$810.00
Libreta de campo	PZA	6	$75.90	$455.40
Tabla con clip acrílico office depot tamaño carta	PZA	4	$69.90	$279.60
Toner color para multifuncional Samsung	PZA	4	$1,800.00	$7,200.00
Toner b/n para multifuncional Samsung	PZA	3	$1,209.00	$3,627.00
Costales de plástico e ixtle	PZA	72	$10.00	$720.00
Gaviones	PZA	135	$153.00	$20,655.00
Cubetas de plástico	PZA	17	$35.00	$595.00
Escoba metálica	PZA	6	$115.00	$690.00
Cuerda en rollo	PZA	18	$170.00	$3,060.00
Cintas distintivas en colores fluorescentes (flaging tape)	PZA	27	$55.00	$1,485.00
Tambos de plástico	PZA	9	$350.00	$3,150.00
Set de botes para residuos	HR	108	$82.00	$8,856.00
Tierra de hoja cernida	TON	1	$1,600.00	$1,600.00
Tierra negra	TON	1	$1,500.00	$1,500.00
Plantas (varias)	PZA	900	$12.50	$11,250.00
Total materiales				**$99,729.50**
Mano de obra				
Ingeniero forestal	JOR	120	$2,600.00	$312,000.00

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Biólogo 1	JOR	120	$2,600.00	$312,000.00
Auxiliar de campo 1	JOR	120	$1,416.67	$170,000.40
Auxiliar de campo 2	JOR	90	$1,416.67	$127,500.30
Total mano de obra				**$609,500.70**
Equipo y herramienta				
Herramienta menor	%	400	$100.00	$40,000.00
Camioneta Ford ranger xl doble cabina	HR	1600	$43.47	$69,552.00
Laptop Dell inspiron 15-5567 (1)	HR	800	$27.47	$21,976.00
Multifuncional Samsung sl-c480w/xax color	HR	120	$45.47	$5,456.40
Botiquín especializado pm1408pa	HR	75	$46.47	$3,485.25
Equipo de comunicación (set de 2 radios motorola walkie tolkie 2 vías 56 km mt350r uso rudo)	HR	400	$47.47	$18,988.00
Equipo para obras (pala, pala trasplantadora, pico, zapapico, carretilla, criba, martillo)	HR	400	$48.47	$19,388.00
Equipo para actividades de reforestación (machetes, hacha. Sierra, tijeras de poda, tijeras para tallos, escalera)	HR	400	$49.47	$19,788.00
Equipo de medición (cinta métrica, flexómetro, termómetro, clinómetro, altímetro, distanciómetro)	HR	400	$16.85	$6,740.00
Equipo para (bomba presurizadora, tanque cisterna 5000l, tinaco de 1100l, rollo de manguera de capas)	HR	400	$18.40	$7,360.00
Equipos de laboratorio para análisis de agua (varios)	HR	400	$161.20	$64,480.00
GPS marca garmin modelo etrex20	HR	150	$50.47	$7,570.50
Equipo de seguridad (polainas, botas y guantes)	HR	400	$51.47	$20,588.00
Sanitario portátil	HR	140	$36.77	$5,147.80
Total, equipo y herramienta				**$305,372.15**
Total, general				**$1,014,602.35**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

BIBLIOGRAFÍA

Alanís Flores, Glafiro José y Velazco Macías, Carlos Gerardo y Foroughbakhch Pournavab, Rahim y Valdez Tamez, Vicente y Alvarado Vázquez, Marco Antonio (2004) Diversidad florística de Nuevo León: especies en categoría de riesgo. Ciencia UANL, 7 (2). ISSN 1405-9177

Amparo Rodríguez, Gloria; (2007). Conflictos ambientales amenazan la salud de la población y la biodiversidad del planeta. Revista de Derecho, diciembre, 329-347.

CDB. 2009. Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Mexicana. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. D.F.

Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. In Capital natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México. p. 87-108.

Comisión Nacional Forestal CONAFOR, 2010 Prácticas de reforestación. Manual básico de Prácticas de reforestación. Primera edición,

Comisión Nacional Forestal CONAFOR, 2015. Manual de restauración forestal y reconversión productiva

Gold. K.; P. León-Lobos. y M. Way. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62 p.

Gutiérrez, R., J., S. Camacho y R. Naranjo. 1993. Glosario de recursos naturales; agua, suelo y vegetación. LIMUSA, 314 pp.

Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt 2008. LOS VIVEROS DE PLANTAS NATIVAS "Cultivando nuestras semillas, conservando la biodiversidad". Programa Mosaicos de Conservación, Patrimonio Natural Mosaico The Peak.

Márquez-Huitzil, R.1999. Regeneración de la vegetación en distintos ensayos de restauración de minas de roca caliza a cielo abierto en una industria cementera, Ixtaczoquitlán, Veracruz. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Veracruz, México.

Martínez-Meyer E., J.E. Sosa- Escalante y Álvarez. F. 2014. El estudio de la Biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl.85: S1-S9.

OIMT, 2014. Manual recolección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molino Pampa, Amazonas – Perú

Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra.Edicion digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.

SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección Ambiental Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Publicada en el D.O.F. del 6 de marzo de 2002.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.

Sustainable Commodity Assistance Network SCAN, 2012. Producción de Plantones de Café, Manejo y cuidado del Vivero.

Toledo, V.M. y M.J. Ordóñez. 1998. El panorama de la biodiversidad en México: Una revisión de los hábitats terrestres. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM.

Vázquez Yanes Carlos, Orozco Alma, Rojas Mariana, Sánchez María Esther, Cervantes Virginia. 1997. La Reproducción de las Plantas: Semillas y Meristemos. En Ciencia Para Todos (3, 157) México D.F.: Fondo De Cultura Económica.

Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias.

CONTENIDO

Antecedentes ***3***

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN ***4***

I.1 Objetivos ***5***

I.2 Alcances ***5***

CAPÍTULO II. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO Y LA RE DE PROYECTO 6

II.2 Descripción del proyecto. 6
II.2.1 Ubicación física. 6
II.2.2 Caracteristicas constructivas. 8
II.2.3 Caracterización de lA Región Ecológica. 9
II.2.4 Georreferenciación de corredores biológicos y/o cruces preferenciales de fauna detectados sobre la ruta del trazo durante trabajos de prospección para la RE del Proyecto. 19

CAPÍTULO III METODOLOGÍAS PARA DETERMINAR DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE FAUNA SILVESTRE, Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESPECIES SUJETAS DE RESCATE Y REUBICACIÓN. 20

III.1 Metodologías o técnicas empleadas para determinar la distribución y abundancia de las especies de fauna susceptibles de rescate y reubicación en la **RE** del proyecto. 20
III.2 Criterios para determinar y seleccionar las especies sujetas de rescate y reubicación. 34

CAPÍTULO IV. TÉCNICAS PROPUESTAS PARA AHUYENTAR FAUNA SILVESTRE EN LA RUTA DEL TRAZO. 35

CAPÍTULO V. TÉCNICAS PROPUESTAS PARA CAPTURA, MANEJO Y TRASLADO DE ESPECIES SUJETAS DE RESCATE, CON Y SIN ESTATUS DE PROTECCIÓN EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010. 36

CAPÍTULO VI SITIOS PROPUESTOS PARA LA LIBERACIÓN Y REUBICACIÓN DE ESPECIES CAPTURADAS. 39

CAPÍTULO VII. MEDIDAS EMERGENTES PARA CORREGIR SOBREVIVENCIA MENOR AL 80% DE INDIVIDUOS CAPTURADOS PARA SU LIBERACIÓN Y REUBICACIÓN EN LA RE DEL PROYECTO..... 44

VII.1 Manejo y rehabilitación de organismos dañados durante la captura y rescate. 44
VII.2 Manejo y rehabilitación de organismos dañados durante el traslado para su liberación y reubicación en la RE de proyecto. 44

CAPÍTULO VIII INDICADORES DE DESEMPEÑO Y ÉXITO DE LAS ACCIONES. 45

VIII.1 Justificación y definición de indicadores de seguimiento, parámetros de evaluación de los mismos y umbrales de alarma determinados para evaluar el éxito y la eficacia de las acciones de rescate..... 45
VIII.2 Diseño, ubicación y número de pasos de fauna requeridos por tramo y/o tipo de ecosistema. 48

CAPÍTULO IX CATALOGO DE CONCEPTOS DE TRABAJO..... 49

CAPÍTULO X PROGRAMA de Actividades A REALIZAR (DIAGRAMA DE GANTT)..... 51

CAPÍTULO XI RESPONSABLE DE LAS ACCIONES. 53

BIBLIOGRAFÍA. 54

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Presencia de Fauna Silvestre en el área del proyecto. *17*
Fotografía 2 Forma de manipulación de reptiles (lagartijas) *24*
Fotografía 3 Métodos de identificación de aves (conteos oportunísticos) *25*
Fotografía 4 Monitoreo de Aves *26*
Fotografía 5 Trampas y registro de huella *29*
Fotografía 6 Equipo para muestreo de Fauna Silvestre *29*
Fotografía 7 Trampas Sherman *32*
Fotografía 8 Colocación de una trampa cámara *33*
Fotografía 9. Trampas utilizadas *38*

TABLA

Tabla 1. Especificaciones del proyecto *8*
Tabla 2. Caracterización de la RE *9*
Tabla 3. Acciones para emprender en el manejo de fauna *12*
Tabla 4. Listado de especies que fueron corroboradas en campo dentro del proyecto *14*
Tabla 5 Plantilla utilizada para la toma de datos de herpetofauna *24*
Tabla 6 Plantilla de toma de datos para las aves *26*
Tabla 7 Ficha para recolección de huellas *30*
Tabla 8 Ficha para recolección de excretas *30*
Tabla 9 Plantilla para toma de datos de mamíferos *31*
Tabla 10. Personal requerido para llevar a cabo el rescate y reubicación de la fauna silvestre *49*
Tabla 11. Requerimiento de materiales y equipo para el rescate de fauna *50*
Tabla 12 Resumen de la Actividad *51*

Tabla 13. Cronograma de Gantt con las principales actividades durante la primera fase 1 __ *52*
Tabla 14. Cronograma de Gantt con las principales actividades durante la primera fase 2 __ *52*

IMAGEN

Imagen. 1 Localización del Proyecto *7*
Imagen. 2 Vista Satelital del Proyecto..... *7*
Imagen. 3 *Sitios de Muestreo en la RE*..... *15*
Imagen. 4 *Sitios de Muestreo en el AI y Puente*..... *16*
Imagen. 5 Trampeo de pequeños reptiles *22*
Imagen. 6 Trampeo de pequeños reptiles *22*
Imagen. 7 Forma de manipulación de reptiles. *23*
Imagen. 8 Observación directa para Aves..... *25*
Imagen. 9 Metodología para la identificación de huellas *28*
Imagen. 10 Unidad de muestreo para mamíferos..... *31*

ANTECEDENTES

El presente trabajo se refiere al proyecto de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular del proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca,** considera la protección de la fauna silvestre para identificar todas las alternativas de conservación, así como su hábitat.

En países con gran diversidad biológica como México, muchos de los problemas relacionados con el aprovechamiento de los recursos naturales que aquejan a las comunidades rurales, derivan de una errónea o nula planificación en el uso del suelo (Dirzo 1990; Challenger, 2003). Es por ello, que la integración de este sector social en las acciones de protección y conservación *in situ* de los recursos naturales y la fauna silvestre se convierte en una actividad preponderante (Barret y Barret 1997; Pteiffer y Uril 2003).

Cada proyecto requiere del desarrollo de acciones de protección y conservación de la fauna silvestre que se encuentren o no dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Para los efectos de la Ley en México, la Vida Silvestre "está formada por los animales invertebrados y vertebrados residentes o migratorios, que viven en condiciones naturales en el territorio nacional y que no requieren del cuidado del hombre para su supervivencia.

En general, se dice que la Fauna Silvestre es uno de los "recursos" naturales renovables básicos, junto al agua, el aire, el suelo y la vegetación; es decir, un beneficio que podemos utilizar y reponer para utilizarlo continuamente.

Se deben considerar medidas que utilicen las mejores estrategias de carácter ecológico, dentro del desarrollo del proyecto. Las cuales dan sustento a especies de la fauna, tanto residente como migratoria, lo anterior es importante ya que será uno de los aspectos ambientales más importantes a superar por parte del proyecto.

La relación que existe con una obra de esta magnitud trasciende al plano de lo social, a lo político y lo ambiental, que permite comprender la complejidad de los procesos de urbanización. Esta dimensión socio-espacial y ambiental, se inserta en la transformación estructural de la sociedad, en una economía globalizada de las áreas a modificar donde adquieren un papel estratégico de recreación y conservación. En esta área existe una diversidad de hábitats que proveen variedad de flora y fauna silvestre.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

La Fauna Silvestre es uno de los "recursos" naturales renovables básicos, junto al agua, el aire, el suelo y la vegetación; es decir, un beneficio que podemos utilizar y reponer para utilizarlo continuamente.

Conservar, proteger y rehabilitar, el hábitat de la fauna silvestre utilizando todos nuestros recursos es de vital importancia para las funciones del ecosistema. Los programas y en este caso el de rescate de fauna son una herramienta de conservación para disminuir la pérdida de variabilidad genética que ocurre en las especies amenazadas por la reducción o desaparición de sus poblaciones.

Todas las especies nativas -animales y plantas silvestres- en conjunto, componen la riqueza y diversidad de los ecosistemas, y forman parte del patrimonio natural de cada región de nuestro país, y del mundo en general. Normalmente, la sociedad valora las cosas de acuerdo con su utilidad, es decir, le otorga un valor real o económico, expresado generalmente en dinero. Puede ser "valor de mercado", "valor comercial" o "valor no comercial".

De acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), la "vida silvestre" son los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales.

Se necesita desarrollar estrategias para la conservación de la biodiversidad, por lo que es necesario elaborar e instrumentar un "Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre", que se implementará como medida de mitigación hacia los impactos ambientales que sucedan durante la construcción del Puente, para conservar las especies vegetales y animales que se vean afectadas a lo largo de los trabajos previos y durante la realización del proyecto.

Después del reconocimiento de la Región ecológica (RE) del proyecto, se observó que uno de los principales factores de afectación al medio es la presión antropogénica que se ve reflejado en una fuerte dinámica en el cambio de uso del suelo, debido a la fragmentación del camino de terracería, los campos abiertos dedicados a la producción agroforestal, así como las comunidades que se localizan cerca de este proyecto.

Es por eso por lo que el presente programa de rescate y reubicación de fauna silvestre tiene por finalidad mitigar los impactos al proyecto, cualquiera sea su fase de ejecución, para que la fauna que utilizan este hábitat siga llegando año con año y sigan siendo parte de este ecosistema. Este protocolo se enfocará a todas las especies nativas, residentes y migratorias del área del proyecto.

La importancia de los programas de protección y conservación de fauna radica en el entendimiento de la ecología de las especies de manera que, al llevarse a cabo perturbaciones, estas sean mitigadas con medidas de prevención y mitigación al ecosistema evitando con esto, el daño irreversible y por tanto la pérdida de biodiversidad.

Con el fin de llevar a cabo el rescate, se propone el empleo de diferentes técnicas de captura, y el posterior traslado de los individuos capturados a un nuevo sector alejado del área de afectación y que cumpla con los requisitos de presentar condiciones similares a las de su hábitat original.

I.1 OBJETIVOS

General:

- Elaborar un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.

Específicos:

- Planificar las acciones y estrategias que aseguren la protección y conservación de las especies de fauna silvestre dentro de la zona del proyecto.
- Rescatar la mayor cantidad posible de individuos de las especies que habitan en el área a intervenir.
- Trasladar (o relocalizar) los individuos capturados a ambientes similares pero que no serán sometidos a modificaciones en el mediano o largo plazo.
- Descripción de las técnicas empleadas para realizar el manejo de los individuos de las especies de fauna silvestre rescatados.

I.2 ALCANCES

Desarrollar un documento técnico para aplicar las medidas de mitigación necesarias para la protección y conservación de la fauna silvestre. Con la finalidad de evitar o disminuir los efectos adversos a la construcción del proyecto cualquiera sea su fase de ejecución. Debido a que el ecosistema se ve fragmentado debido a estos efectos, lo que ocasiona el aislamiento de poblaciones debido al efecto de borde. Este se presenta en las inmediaciones o borde de la vía, donde se crean condiciones con mayor temperatura, menor humedad, mayor radiación, y mayor susceptibilidad al viento. Otro efecto conocido como efecto barrera, se produce cuando se impide la movilidad de especies limitando su dispersión y colonización.

CAPÍTULO II. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO Y LA RE DE PROYECTO

II.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del centro SICT Oaxaca, tiene contemplada la modernización de un Puente denominado: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**

Actualmente existe un puente en malas condiciones que pretende ser modernizado a un puente de un solo claro de 35 metros, considerando dos carriles, uno por cada sentido, con un ancho de calzada de 7.00 metros.

II.2.1 UBICACIÓN FÍSICA.

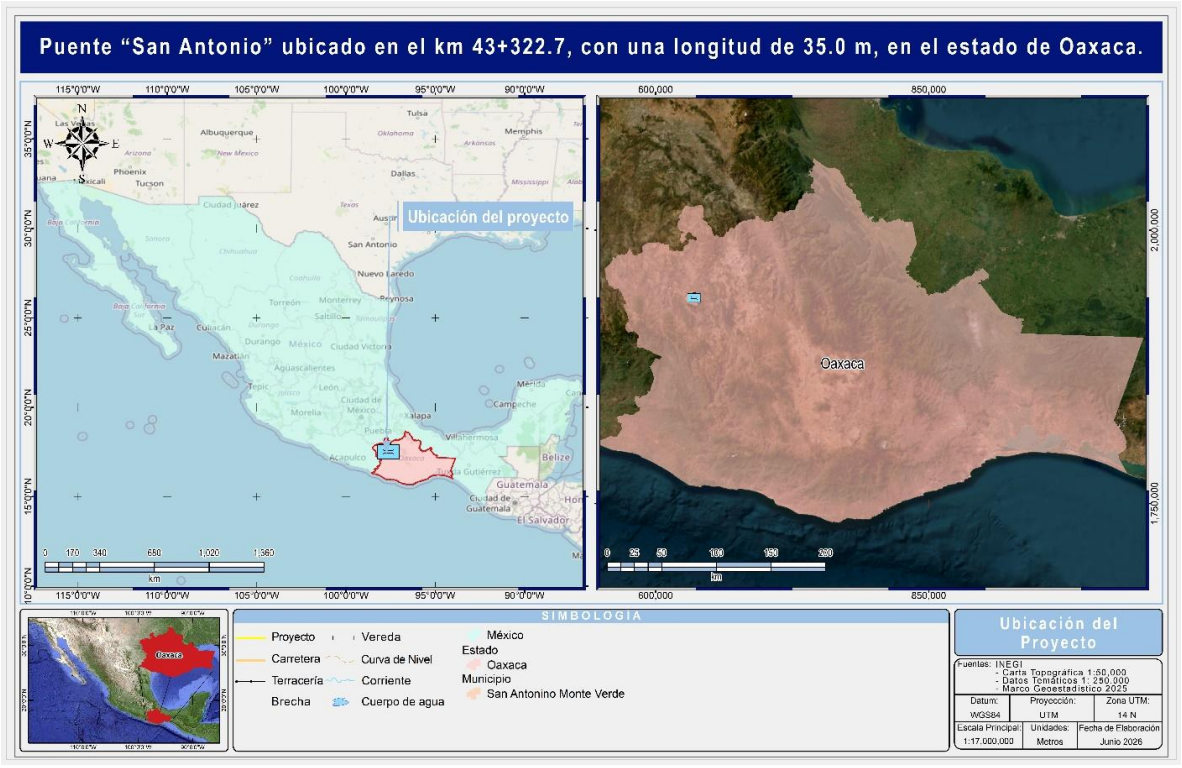
El Estado de Oaxaca se localiza en la porción sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 18° 39' y 15° 39' de latitud norte, y entre los 93° 52' y 98° 32' de longitud oeste. Tiene una superficie de 93, 343 km^2, que representa 4.8% de la superficie total del país y lo ubica como el quinto estado más grande del territorio nacional. Limita al norte con los estados de Puebla y Veracruz-Llave, al este con el estado de Chiapas, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con el estado de Guerrero. Su división municipal es de 570 municipios, agrupados en 30 distritos y estos a su vez en 8 regiones.

Así mismo el proyecto se localiza dentro de los siguientes municipios que se describen a continuación:

- El municipio donde se ubica el proyecto es San Antonino Monte Verde perteneciente al distrito IX de San Pedro y San Pablo Teposcolula, que a su vez pertenece a la región de la mixteca alta, en el estado de Oaxaca; colinda al norte y noroeste con el municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, al noreste con el municipio de Chilapa de Díaz, al este con el municipio de San Sebastián Nicananduta, al sureste con el municipio de San Pedro Mártir Yucuxaco, al sur y suroeste con el municipio de San Juan Ñumi.

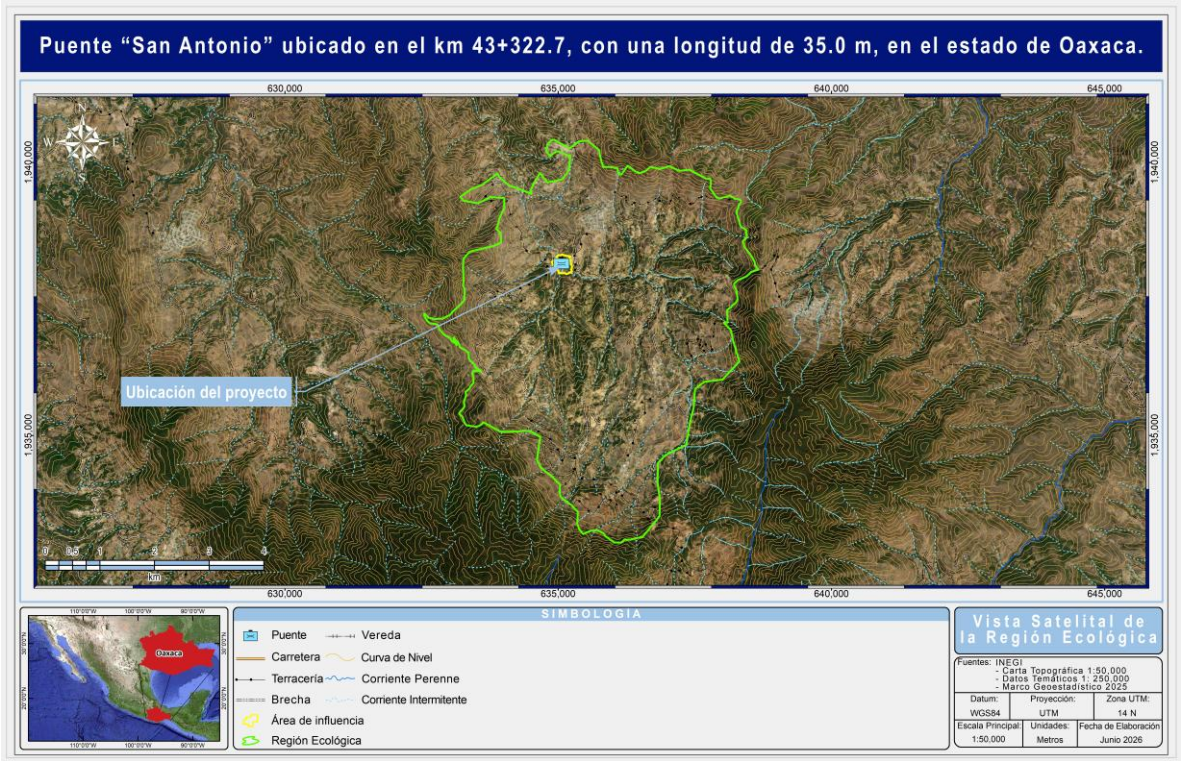
En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto respecto a los distintos órdenes de gobierno.

Imagen. 1 Localización del Proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V., 2026.

Imagen. 2 Vista Satelital del Proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V., 2026.

II.2.2 CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS.

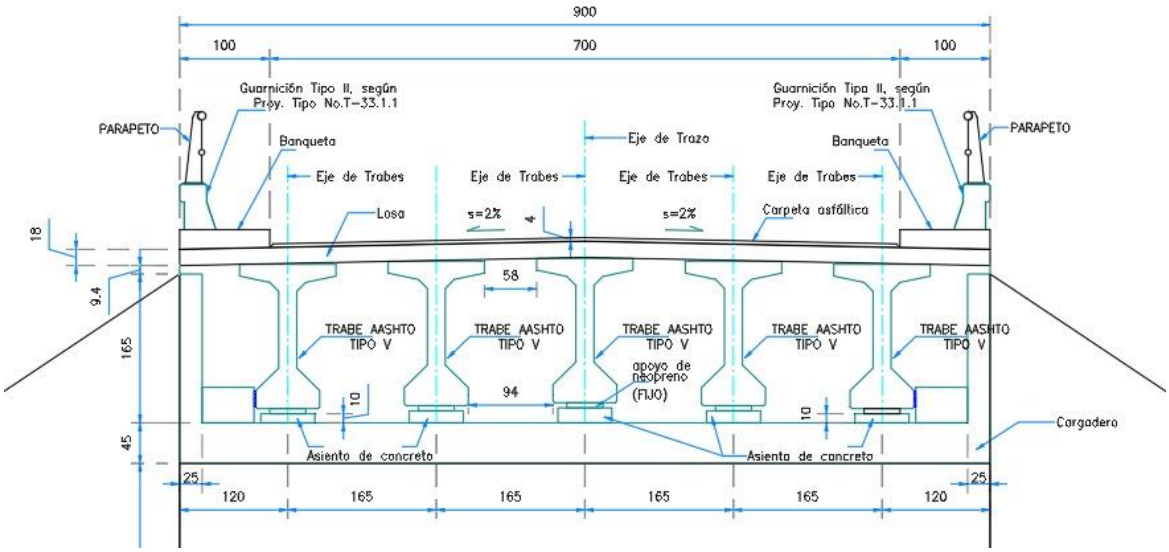
La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del centro SICT Oaxaca, tiene contemplada la modernización de un puente con un solo claro de 35.00 metros considerando dos carriles, uno por cada sentido, con un ancho de calzada de 7.00 metros. En la siguiente table se muestran las coordenadas del eje calculadas con el DATUM WGS84 Zona 14N.

Tabla 1. Especificaciones del proyecto

DESCRIPCIÓN	PROYECTO
Cadenamientos:	
Inicio (km x+xxx)	42+265.29
Final (km x+xxx)	42+380.29
Derecho de Vía (m)	20 metros
Longitud de la estructura (m)	35.00 metros
Elevación de rasante (m)	2110.42 metros
Ancho de estructura (m)	9.00 metros
Ancho de calzada (m)	7.00 metros
Acotamientos (m)	Sin acotamientos
Banqueta	Dos de 0.75 metros
Parapeto	Dos de 0.25 metros
Galibo	3.58 metros
Número y ancho de carriles	Dos carriles de 3.5 metros
Estribos	Dos caballetes y ocho pilas
Superficie de la superestructura (m²)	321.53

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V., 2026.

Imagen 1. Sección transversal y longitudinal del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

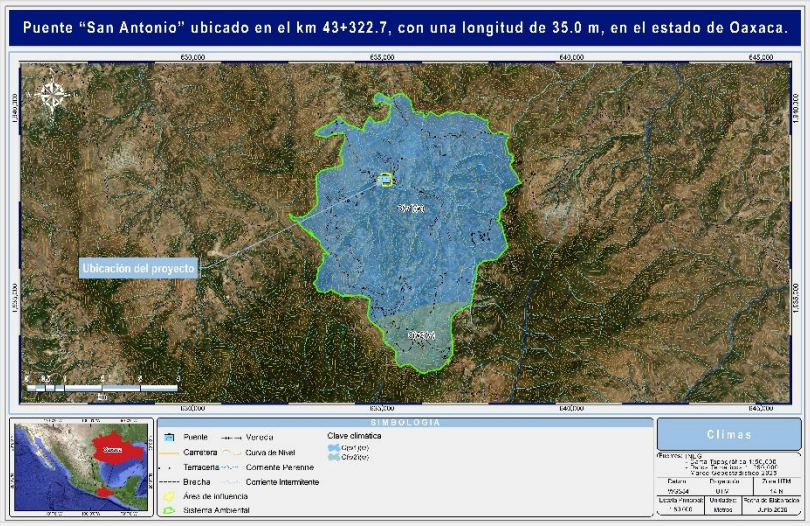
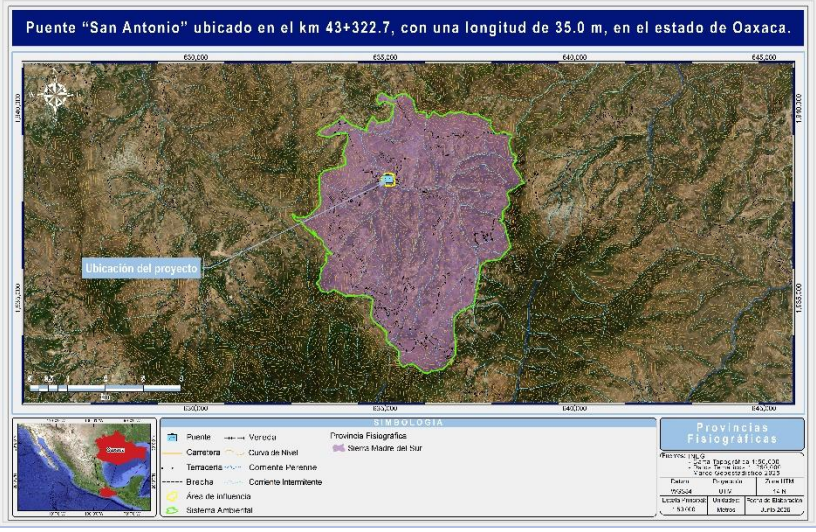
II.2.3 CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA.

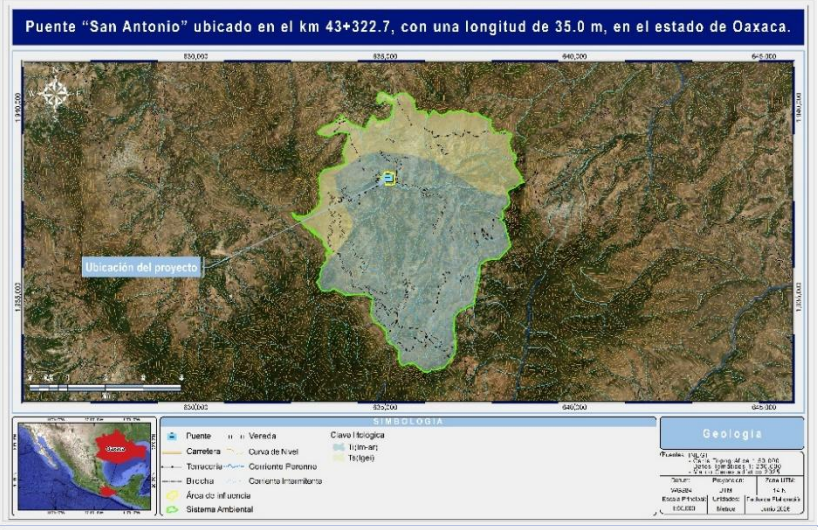
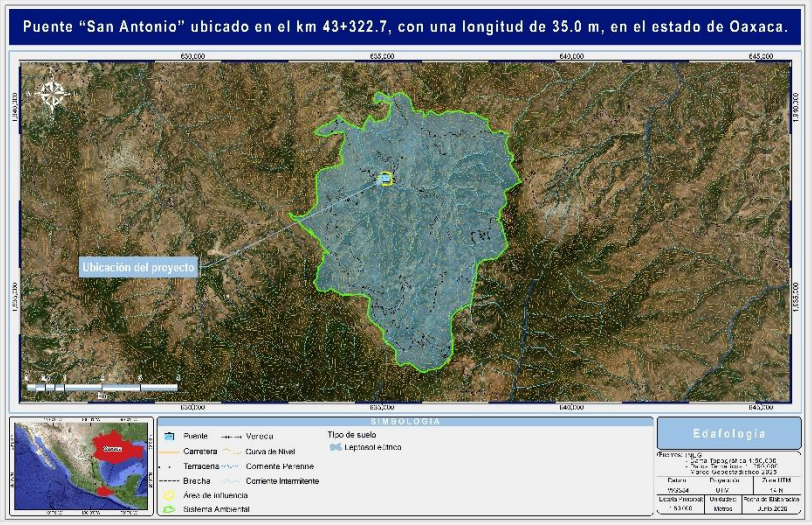
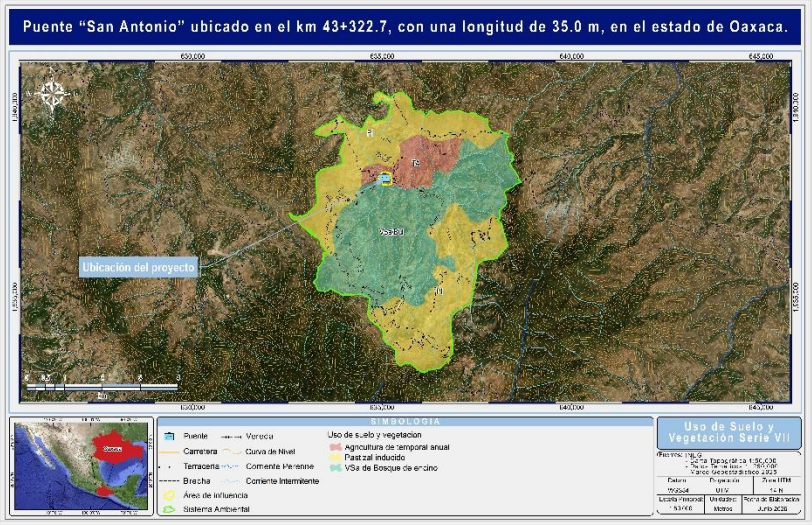
V.1. Caracterización de los factores abióticos

Para la caracterización del medio abiótico de la Región Ecológica (RE), se elaboraron mapas utilizando la cartografía temática del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, de la cual se identificaron las unidades físicas de cada tema (clima, geoformas, edafología, hidrología, etc.), se hizo la revisión bibliográfica, visitas de verificación y reconocimiento en campo, que generó la información que se muestra a continuación, tanto en el prontuario de Información Geográfica, como la descripción de cada uno en el apartado correspondiente.

Para la caracterización del medio abiótico de la Región Ecológica (RE), se elaboraron mapas utilizando la cartografía

Tabla 2. Caracterización de la RE

COMPONENTE	CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DEL PROYECTO
Clima: La clasificación del clima de Köppen-Geiger establece para la RE, el tipo de clima templado subhúmedo. A continuación, se mencionan los presentes en el Área de Influencia del Proyecto: C(w1) (w): Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media. C(w2)(w): Templado subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo.	
Fisiografía: El trazo del proyecto se asienta sobre la Provincia Fisiográfica **Sierra Madre del Sur**, así como la subprovincia **Mixteca Alta**. Esta subprovincia se encuentra influenciada por las topoformas de **lomerío con cañadas y sierra alta compleja.**	

COMPONENTE	CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DEL PROYECTO
Geoformas: Particularmente en el área del proyecto se registran dos tipos de roca de acuerdo con el compendio de información geográfica municipal del INEGI con clave litológica: **Ti(Im-ar)** **Ts(Igei)**	
Suelo: Las unidades edáficas presentes dentro de la RE corresponden a: **Leptosol eútrico** De manera general los leptosoles (que son los suelos dominantes en la RE) son suelos muy superficiales, con poco espesor, que se forman sobre roca dura o áreas muy pedregosas, normalmente en laderas de fuerte pendiente. Son poco aptos para la agricultura.	
Vegetación De acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII de INEGI, la RE, presenta tres usos de suelo diferentes: 1. Agricultura de temporal anual 2. Pastizal inducido 3. Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de encino.	

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

COMPONENTES DEL PROGRAMA DE MANEJO

Al estructurarse este programa de protección de fauna silvestre, se estableció con la injerencia en los aspectos de conservación y protección que constituyen el objetivo esencial de una zona de este tipo que está encaminada a la protección del medio ambiente.

Si bien este programa busca identificar el universo de actores e iniciativas de protección, conservación de flora, fauna y su hábitat en el proyecto.

En el caso de esta zona, se llegó a la conclusión de que el tipo de manejo se determinara dependiendo del grado de conservación que presentara cada uno de los tipos que componen las zonas del área del proyecto, es decir la zonificación del terreno donde se lleve a cabo el proyecto propuesto a un manejo no intrusivo en el que se permitiera un libre desarrollo de los procesos evolutivos, bajo la premisa de que dado que se trata de la preservación y conservación de la flora y fauna residente como migratoria, estos deberán estar sujetos a los procesos naturales (Morrison, 2002).

Es necesario generar estrategias de manejo diferentes a las zonas de vegetación y cuerpos de agua, donde las actividades a llevarse a cabo deberán enfocarse hacia el desarrollo de mecanismos artificiales para mantener el intercambio genético con la flora y fauna de estas nuevas zonas.

Ahora bien, dado que los procesos ecológicos en zonas de nuevas infraestructuras son frecuentemente impredecibles debido a sus complejas interrelaciones, todo intento de manipulación de las condiciones bióticas deberá realizarse con suma precaución, cuidando que las actividades a implementarse se den en concordancia con los procesos naturales de regeneración de la flora y la fauna residente y migratoria del área.

El manejo de la fauna silvestre se puede definir como "La ciencia y el arte de tomar decisiones y emprender acciones para manipular la estructura, dinámica y relaciones de las poblaciones, hábitats y personas, para alcanzar objetivos humanos específicos por medio de los recursos faunísticos", y está integrado por los siguientes elementos:

1. Estudio y manejo de las especies,
2. Estudio y manejo del hábitat,
3. Legislación (leyes, normas, reglamentos, etc.),
4. Divulgación a todos los niveles, y
5. Entrenamiento del personal.

Para ello es necesario planificar actividades que incluyan un programa de señalización, para lo cual deberá llevarse a cabo una campaña de orientación y concientización de la población mediante la señalización pertinente, dentro de las zonas nuevas, así como en las zonas aledañas, la cual debe informar primero la delimitación del área, los objetivos de esta, las sanciones a que se harán

acreedores aquellos que no observen las normas administrativas de la zona. La información debe ser clara y concisa e invitar al mismo tiempo a la participación de todos los niveles de la población a la conservación del área. Esta acción es prioritaria y deberá de realizarse a corto plazo.

A fin de poder evaluar con mayor facilidad las acciones a emprenderse en el rubro de conservación se ha elaborado un cuadro referencial en el que se estipulan las acciones a emprender:

Tabla 3. Acciones para emprender en el manejo de fauna

ACCIONES	PLAZO	LOCALIDAD
Conservación y restauración de Hábitats a partir de especies migratorias	Corto	General
Diseñar e instrumentar programa integral de supervisión y vigilancia	Corto	General
Aplicar el programa de control de actividades en la zona de humedales aplicando la normatividad vigente	Corto	General
Establecer el Plan de Contingencia Ambiental	Corto	General
Establecer Unidades de Monitoreo Ambiental que permitan dar seguimiento a los cambios bióticos que se manifiesten en la fauna de la zona.	Corto	Protección
Implementar programa de prevención y control biológico de plagas, especies exóticas y nocivas	Mediano	General
Detección de áreas erosionadas e implementación de programas de recuperación de la cubierta vegetal	Mediano	General
Diseñar el programa de regulación de uso de fuego, así como establecer las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de Gobierno en la detección y combate de incendios en esta zona	Corto	General
Evaluar programa de conservación	Anualmente	General
Evaluar el subcomponente de Conservación	Anualmente	General
Programa de orientación y concientización general	Corto plazo	General

COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE FAUNA PRESENTES EN LA REGIÓN

A la fecha no se cuenta con información precisa de la zona que permita conocer la distribución y abundancia de muchas especies de fauna en esta área donde se localiza el proyecto, mucho menos en las zonas aledañas a este, por lo que no existen datos de diversidad basados en abundancia para esta región.

Por otra parte, la fauna silvestre que se distribuye en los alrededores del trazo y la RE como ya se mencionó son pocas las evidencias que hay de estas lo que constituye una variedad pobre de especies aun no estudiadas. Sin embargo, de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de los municipios donde se ubica el Proyecto, la cobertura vegetal nativa de estos municipios ha sido modificada debido a la expansión de terrenos agrícolas; por lo que la fauna ha sido desplazada a zonas más conservadas y mayor vegetación. La fauna silvestre en esta zona es baja, debido probablemente a la baja abundancia de recursos vegetales y a las pocas zonas conservadas, condicionando a las especies a adoptar una estrategia de gran movilidad altitudinal (Arizmendi *et al*., 1990).

En este sentido, la distribución de los organismos en el espacio se encuentra en función de los factores abióticos y los tipos de vegetación debido quizás a su menor complejidad estructural ya que el sotobosque es escaso o ausente para algunas especies, de tal manera que la diversidad en áreas que cambian de cobertura y condiciones climáticas es baja y decrece conforme se incrementa la latitud y altitud, y en este caso disminuye debido a la presencia de zonas fragmentadas.

La identificación de la fauna en la zona de estudio, derivada de los muestreos de campo, tuvo un éxito de registro de las especies que se encuentran en la tabla siguiente.

En la siguiente lista se presenta un total de 6 especies con registros puntuales obtenidos en la RE, AI y el puente a construir. Todas las especies están documentadas con fotografías (F). También indica el estado de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 2010), y la gaceta ecológica. Considerándose las siguientes categorías: en peligro de extinción (P), sujeta a protección especial (Pr), amenazada (A).

Tabla 4. Listado de especies que fueron corroboradas en campo dentro del proyecto

Familia	Nombre común	Especie	FUENTE	NOM-059
AVIFAUNA				
PASSERELLIDAE	Rascador oaxaqueño	*Melozone albicollis*	VISUAL	-
FRINGILLIDAE	Pinzón Mexicano	*Haemorhous mexicanus*	VISUAL	-
CATHARTIDAE	Zopilote aura	*Cathartes aura*	VISUAL	-
TROGLODYTIDAE	Saltapared cola larga	*Thryomanes bewickii*	VISUAL	-
MIMIDAE	Cuicacoche pico curvo	*Toxostoma curvirostre*	VISUAL	-
TYRANNIDAE	Papamoscas negro	*Sayornis nigricans*	VISUAL	-

Como se observa en la tabla anterior, No se encontraron especies sujetas a ninguna protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los registros e identificación de individuos en su mayoría se observaron en la Región Ecológica y puntos específicos de muestreo como zonas abiertas y otras más conservadas del Área de Influencia y el puente a construir, que proporcionan refugio y seguridad a la fauna que habita y transita en el área de estudio.

Gráfica. 1 Abundancia de especies

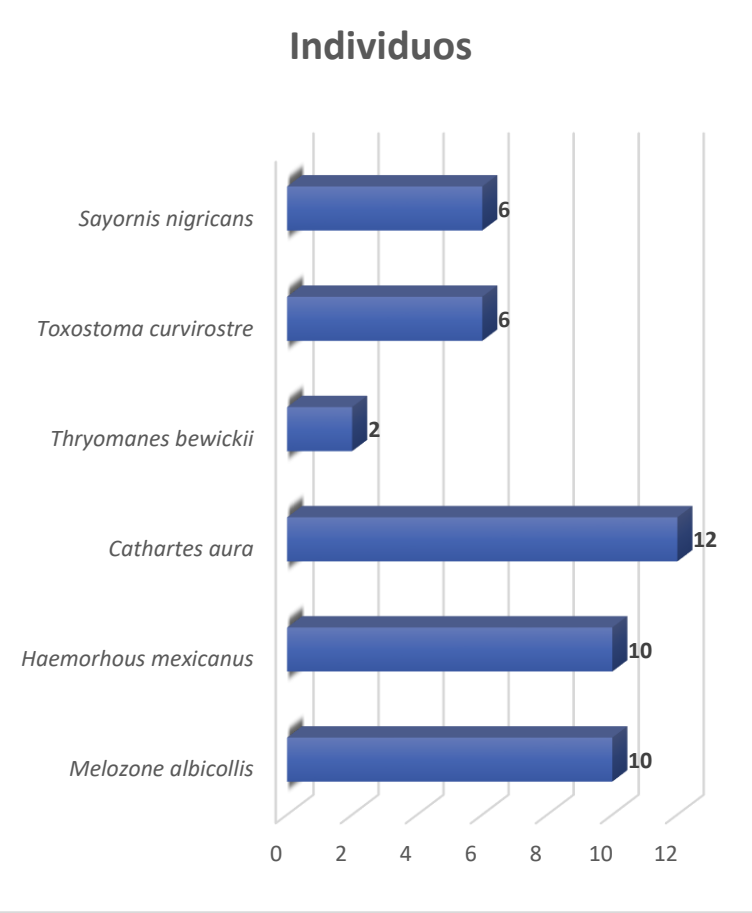
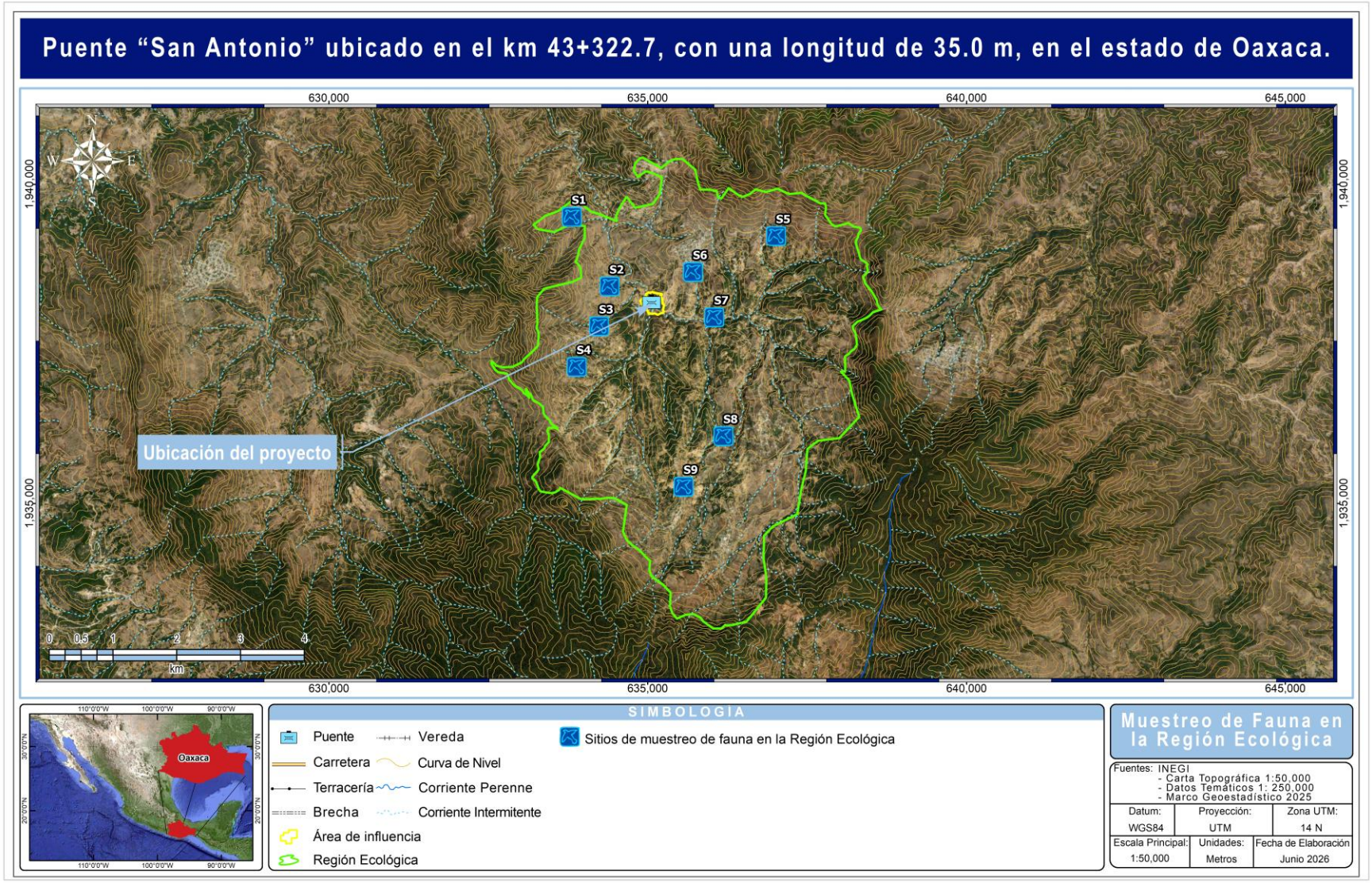
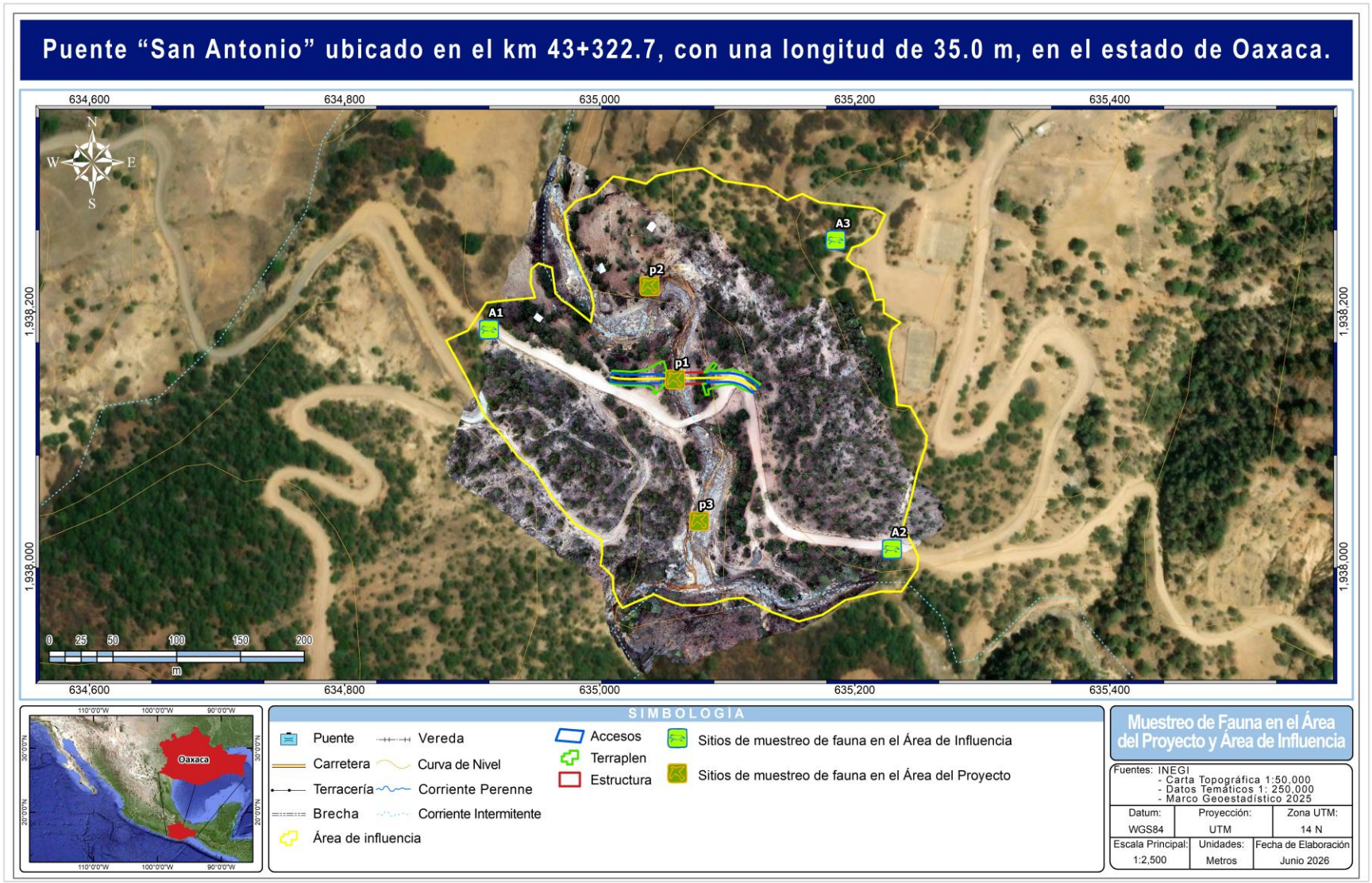


Imagen. 3 Sitios de Muestreo en la RE



Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2026

Imagen. 4 Sitios de Muestreo en el AI y Puente

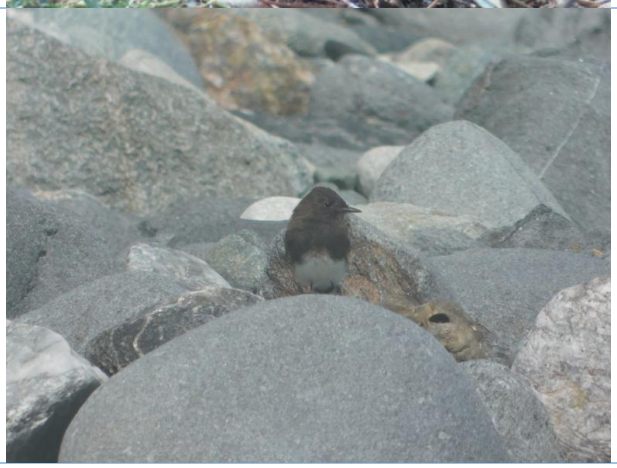


Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2026.

A continuación, se muestran las especies observadas en los recorridos de campo.

Fotografía 1. Presencia de Fauna Silvestre en el área del proyecto.

AVES	
Rascador Oaxaqueño	
Pinzón mexicano	
Zopilote aura	

Saltapared cola larga	
Cuicacoche pico curvo	
Papamoscas negro	

Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2026

Es importante destacar que el efecto adverso sobre la fauna silvestre en esta zona será muy reducido, debido a la naturaleza del proyecto que trata de una obra puntual, y que debido que mucha de la zona está dividida por un camino de terracería, así como caminos locales, lo que impide el flujo constante de la Fauna silvestre. Se espera que, una vez concluido el proyecto, el ecosistema no se afectara considerablemente y las condiciones ambientales para la fauna presente retornarán sin mayor incidencia.

II.2.4 GEORREFERENCIACIÓN DE CORREDORES BIOLÓGICOS Y/O CRUCES PREFERENCIALES DE FAUNA DETECTADOS SOBRE LA RUTA DEL TRAZO DURANTE TRABAJOS DE PROSPECCIÓN PARA LA RE DEL PROYECTO.

Dado que el proyecto se llevará a cabo en una zona de un camino existente y en operación es un área puntual, en una zona que ya se encuentra fragmentada, por la división de los terrenos agrícolas y privados; el sitio del proyecto no constituye un corredor biológico.

No se afectarán las posibles rutas o corredores de biológicos, ni se fragmentará el ecosistema existente que interfiera con la distribución y desplazamiento de fauna silvestre en la zona del proyecto. Los efectos a la presencia y desplazamiento de fauna serán temporales y puntuales, toda vez que terminado el proyecto los patrones de desplazamiento, de existir alguno, retornarán sin provocar mayor afectación.

Por lo tanto, muchos mamíferos medianos que se distribuyan cercanos a la zona y que consumen recursos y se encuentran dispersos en el ambiente, no pueden moverse libremente a través del terreno por lo ya mencionado de la división por los caminos de la zona del proyecto, ya que estas especies dependen de varios recursos por lo que muchas especies se ven limitadas en su alimentación. Sin embargo, la mayoría de las especies observadas en la zona del proyecto son aves, por lo que estas se distribuyen libremente en el área y no serán afectadas en su zona de descanso y alimentación.

CAPÍTULO III METODOLOGÍAS PARA DETERMINAR DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE FAUNA SILVESTRE, Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESPECIES SUJETAS DE RESCATE Y REUBICACIÓN.

III.1 METODOLOGÍAS O TÉCNICAS EMPLEADAS PARA DETERMINAR LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE FAUNA SUSCEPTIBLES DE RESCATE Y REUBICACIÓN EN LA **RE** DEL PROYECTO.

1. **Recopilación de información bibliográfica.**

Inicialmente se recopila y consulta toda la bibliografía disponible, de las características de la región y el componente de la fauna, así como las características de la región. Adicionalmente se identificarán los puntos de observación para el área de estudio en cartas topográficas, para un mejor acceso a las brigadas de trabajo con el apoyo de un GPS. Debido a la escasa de información en los municipios San Pedro Mártir Yucuxaco y San Pedro y San Pablo Teposcolula, este programa se llevó a cabo con los datos obtenidos en campo.

2. **Trabajo de campo.**

Conteos por tierra.
Se debe centrar la atención en los ecosistemas más característicos y mejor conservados, así como en aquellos lugares donde se considere que probablemente exista mayor afectación derivada del desarrollo del proyecto. Considerando particularmente especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las de interés comercial, cultural, médico, etc.
A su vez se realizarán técnicas directas (observación, captura, etc.) e indirectas (búsqueda de rastros, huellas, excretas, entrevistas informales con gente de la región, etc.) para la determinación de distribución y abundancia de especies. Y se llevara el control de estas actividades a través de bitácora y formatos de campo. Así como un recorrido preliminar dentro de la zona de estudio, para reconocer y determinar las especies de fauna.

Se trata de acciones de búsqueda de indicadores o bien de avistamientos que permitieran particularizar sobre la presencia de especies de fauna en el lugar de estudio. El objetivo fue poder identificar y en su caso cuantificar las poblaciones de grupos de fauna y el grado de afectación que las diferentes acciones del proyecto pudieran ocasionar. Esto consideró lo siguiente:

- Recorrer la zona de influencia y localización y delimitación de la carretera y áreas por afectar en el proyecto de modernización.
- Localización, clasificación y definición de las diferentes estructuras de vegetación que correspondieran al hábitat de grupos de fauna probables.
- Recorridos por el área, a afectar para avistar o encontrar indicadores de la presencia de especies de fauna silvestre, evidencias tales como: pelo, excretas, huellas, etc.

La brigada de campo levantó sitios de muestreo de las distintas especies de la zona de estudio. Se realizaron transectos en la zona adyacente a la obra, durante la visita de campo.
A su vez se realizaron técnicas directas (observación, captura, etc.) e indirectas (búsqueda de rastros, huellas, excretas, entrevistas informales con gente de la región, etc.) para la determinación de distribución y abundancia de especies. Se llevó el control de sus actividades a través de bitácora y formatos de campo.

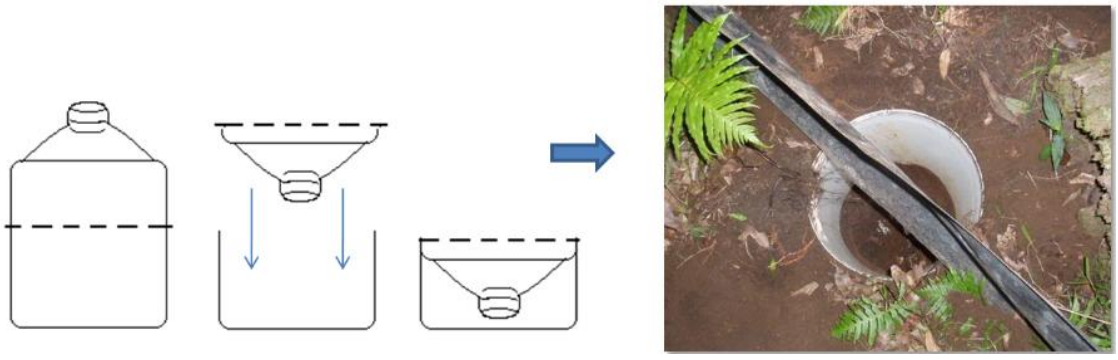
Se recomienda generar formatos de campo en los que se concentre la siguiente información:

Fecha	**Especie**
Posición de inicio del transecto.	Nombre común.
Posición de fin de transecto.	Número de encuentros u observados.
Referencia del lugar como posición geográfica, o nombre del sitio.	Hábitat.
	Estrato.
Número de transecto.	Altura (msnm).
Hora de comienzo. (a.m / p.m).	Número de foto.
Hora de fin (a.m / p.m).	Comportamiento del individuo.
Duración.	Posición geográfica de captura del individuo.
Longitud de transecto.	Lugar de captura (cuerpo de agua, canales, matorrales, etc.), vegetación circundante
Velocidad a la que se recorre el transecto.	
Observaciones.	
Clima: nubes, viento, lluvia.	

El rastreo de cada sitio se inició a las 07:00 AM y finalizó por la tarde a las 6:00 PM, aproximadamente 10 horas/persona/día de trabajo efectivo el mes de marzo. El área será revisada, para asegurar un máximo nivel de rescate.

Reptiles. Los métodos más efectivos para la captura viva de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa con ligas (lagartijas), algunas más sofisticadas son los ganchos herpetológicos.
Mediante la técnica de transecto se camina lentamente a través del área elegida, revisando troncos caídos, huecos, hendiduras, tocones o piedras, entre la hojarasca, plantas epífitas, grietas, que constituyen los microhábitats potenciales de anfibios y reptiles.
La técnica de las trampas embudo que es una manera clásica de colectar reptiles. Generalmente este método involucra la colocación de un recipiente cilíndrico (envase de pet) debajo del suelo y con la boca hacia la superficie. El tamaño y forma dependerá de las especies a muestrear.
Para la recolecta de especímenes se utilizarán varias técnicas. La captura de reptiles, se realiza un recorrido en la totalidad de las áreas a intervenir por las obras de construcción del proyecto. Se rastrea el área involucrada en busca de reptiles, se removerán piedras y se revisaran los lugares con vegetación de la zona y se procederá al registro de ejemplares de importancia.

Imagen. 5 Trampeo de pequeños reptiles



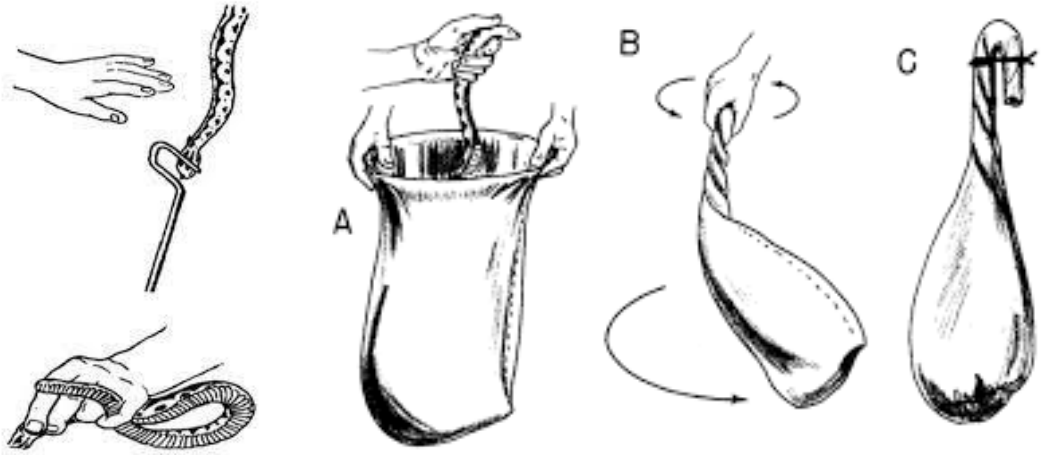
El garrafón debe ser recortado, el embudo desprendido del primer corte se introduce invertido de manera que la boca se ubique dentro del garrafón. Se recomienda ubicar está en un lugar sombreado y cubrir la trampa con hojarasca de manera que quede oculta.

Estos métodos permiten capturar a los individuos vivos y así obtener información sobre su coloración, dieta, etc., y también permite, si la especie es conocida, liberarla. Para reducir la mortalidad, el personal deberá revisar las trampas frecuentemente. También se puede minimizar colocando las trampas es sitios sombreados y/o cubriendo las trampas con un techo o colocando cierta cantidad de vegetación que cubra la trampa, estas precauciones además reducen la posibilidad de depredación sobre los individuos atrapados.

El mayor esfuerzo de captura se realizará durante el período del día en que ellos resulten con mediana actividad en orden a facilitar la captura (mañana y media tarde). Por esta razón, la captura de individuos se debe realizar principalmente durante días asoleados.

Los muestreos se llevaron a cabo en transectos de 100 m, debido a la distancia de este, posteriormente se establecen las trampas de caída cada 50m en el área principal del proyecto, en este caso la del Puente y AI. De esta manera con los muestreos se obtendrán un mayor número de individuos entre el día y la noche.

Imagen. 6 Trampeo de pequeños reptiles

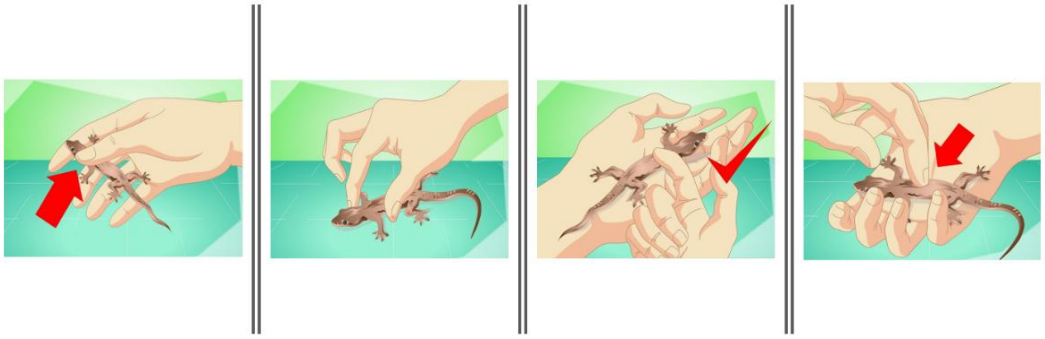


Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Manipulación de la herpetofauna

Se levanta el reptil con una mano como si se estuviera levantando un lápiz, luego se aseguró al animal colocando el pulgar detrás o al lado de la cabeza del animal, se utilizó el dedo índice para sostener el cuello del animal desde abajo mientras se sostenía su torso con la punta de los dedos. En el caso de una serpiente se utiliza un gancho herpetológico, este se sujeta con la punta y se toma al ejemplar de la cabeza y se coloca en el saco de manta para resguardarlo.

Imagen. 7 Forma de manipulación de reptiles.



Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2026.

Para la colecta de lagartijas algunas serán golpeadas con ligas de hule; también se usarán lazos herpetológicos y se llevara un registro fotográfico para la identificación de estas. Para la captura de serpientes, se utilizan ganchos herpetológicos o bien se recolectan directamente los organismos con la mano.

Una vez completada la base de datos mencionada, se procede a realizar claves de identificación para las especies encontradas de reptiles y cualquier aspecto de su biología.

Colecta oportunista

Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la presencia de organismos. Los recorridos nocturnos caminando o en vehículo también entran en esta categoría.
Mediante la técnica de transecto se caminó lentamente a través del área elegida, revisando troncos caídos, huecos, hendiduras, tocones o piedras, entre la hojarasca, plantas epífitas, grietas, que constituyen los microhábitats potenciales de anfibios y reptiles.

Fotografía 2 Forma de manipulación de reptiles (lagartijas)



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Tabla 5 Plantilla utilizada para la toma de datos de herpetofauna

Plantilla para la toma de datos para anfibios y reptiles				
Fecha:		Hora:		Participantes:
Lugar de muestreo:		Coordenadas:		
Municipio:		Tipo de vegetación		
Especie:		Cantidad		
Adulto/Joven:		Larvas		Huevos:
Descripción del Lugar				
Lago	Laguna	Pantano	Cañada	Charco
Substrato				
Barro/Arcilla	Arena/Grava	Piedras	Rocas	Otro
Características de las especies:				
Ancho del cuerpo		Longitud total:		
Ancho de la cabeza		Longitud de la cabeza		
Longitud hocico-cloaca		Observaciones		
Hábitos alimenticios				

Fuente: SECIRA S.A. de C.V., 2026.

Aves. Para la avifauna se aplican técnicas de observación durante los transectos previamente localizados en un mapa georreferenciado del área a muestrear durante las mañanas y tarde. Se formarán dos brigadas de campo que, conforme a un programa de trabajo, levantarán sitios de muestreo.

La identificación de las aves se efectuó con ayuda de binoculares de 7X25 mm marca Bruntton. Para la identificación de las especies se utilizaron guías de campo (Peterson y Chalif, 1989; Howell y Webb, 1995; National Geographic Society, 1999) y en ocasiones con una cámara con lente 270-500 mm, que permitirá la creación de un banco de imágenes de las especies encontradas. Para cada sitio de muestreo se esperó un promedio de 5 a 15 minutos, mientras se tomaba el registro de las especies

presentes en ellos y su abundancia (número de individuos observados en el sitio de muestreo). Que consistieron en registrar todas las especies y el número de individuos de cada una que fueron escuchados durante 10 minutos, desde cada uno de los puntos de muestreo. Durante el desarrollo de los censos se tomaron los siguientes datos: especie, número de individuos, hora, y otras observaciones de utilidad, con esos datos se realizó el inventario de especies.

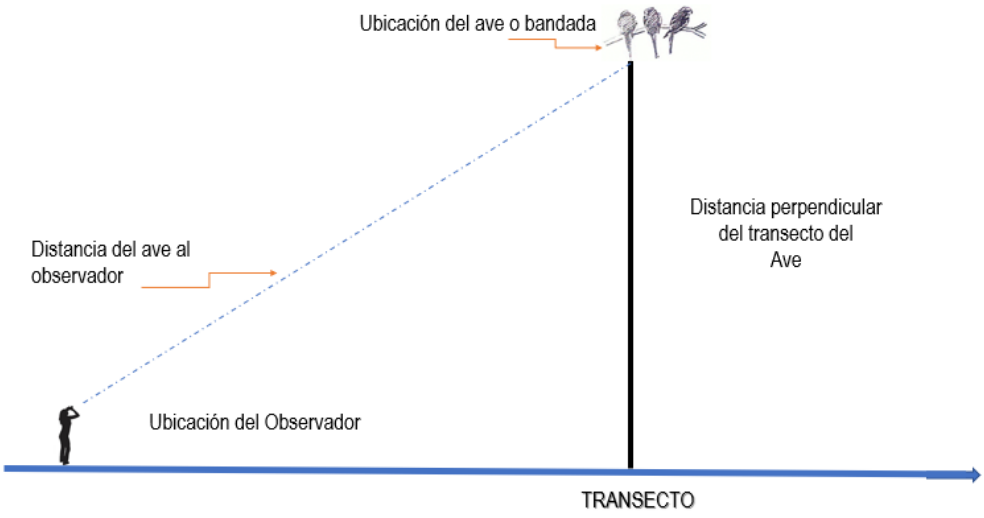
Fotografía 3 Métodos de identificación de aves (conteos oportunísticos)



Fuentes de información para determinar taxonómicamente de aves: Roger Tory Peterson/ Edward L. Chalif, 1998, Aves de México; Guía de campo, 1998, 3ra edición, 473 pp. Instituto Nacional de Ecología .1999. Guía de aves canoras y de ornato. Jiménez Editores e Impresores, S.A. de C.V., CONABIO, México, D.F.

Se realizaron conteos oportunísticos entre las 7:00-10:00 de la mañana y 15:00-18:00 horas de la tarde. Estos consistieron en transectos sobre el Puente ya construido y considerando el área del nuevo puente a construir. Con el fin de identificar a las principales especies que habitan en la zona, se llevó un registro de las aves observadas y el número de individuos de cada una de ellas. Se llevaron a cabo varios transectos de 100m para así hacer una estimación de la longitud del transecto con el fin de estandarizar el muestreo. Estos sitios fueron elegidos aleatoriamente, el primero partiendo a unos 10 metros del inicio de la zona con más vegetación y los siguientes abarcando la zona del área de influencia.

Imagen. 8 Observación directa para Aves



Fuente: SECIRA, S.A DE C.V. 2026.

Fotografía 4 Monitoreo de Aves



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Tabla 6 Plantilla de toma de datos para las aves

Plantilla de toma de datos para las aves			
Fecha:		Hora:	Participantes:
Lugar de muestreo:		Coordenadas:	
Municipio:		Tipo de vegetación:	
Especie:		Cantidad:	
Hembra o Macho:			
Adulto/Joven/Polluelos:			
Presencia de huevos/cuantos:			
Color de la cabeza:		Color de la de las alas:	Color de las patas:
Color de los ojos:		Color del pico:	
Forma del pico:		Largo del pico:	Ancho del pico:
Longitud total:		Ancho de las alas:	Largo de las alas:
Largo de la cola:		Ancho de la cola:	
Voz:			
Hábitos alimenticios:			
Observaciones			

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Mamíferos. El rastreo de indicios se llevó a cabo en el mes de marzo de 2026 en época de finales de invierno, con observaciones entre las 7:00a.m. y las 5:00p.m. Se emplearon transectos lineales, para así abarcar la longitud total del Puente, el cual contenía el tipo de vegetación más conservado

(Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino), y otro tipo de cobertura menos representativo (Pastizal inducido).

Se seleccionaron puntos de muestreo, en manchones de la vegetación ya mencionada al azar en la RE. AI y el Puente a construir; a su vez se realizaron técnicas directas (observación y captura) e indirectas (búsqueda de rastros, huellas, excretas, entrevistas informales con gente de la región, etc.) para la determinación de la abundancia de especies.
Los métodos para la captura y observación de animales silvestres incluyen una variedad de técnicas de trampas (de golpe y trampas cámara) y redes. Para los mamíferos se utilizan trampas de captura viva, las cuales tienen la ventaja de asegurar la captura de los animales en perfectas condiciones. Y de fotografía para tener la evidencia del ejemplar, sin ser lastimado o estresado.

Métodos indirectos: Conteo de rastros.

Una manera de calcular la abundancia relativa de los mamíferos es contar rastros (excretas y huellas) de su presencia por a lo largo de transectos. La frecuencia de hallazgos puede usarse como un índice de abundancia de las especies encontradas.
Para la identificación de las huellas y excretas en este trabajo se hizo la consideración sobre la base de un soporte en la literatura y evidencia científica que la fauna presente en México. Con la información que se obtuvo a partir de los rastros se calculó el índice de abundancia relativa como el número de indicios por especie encontrada, dividido por la distancia recorrida por el observador.

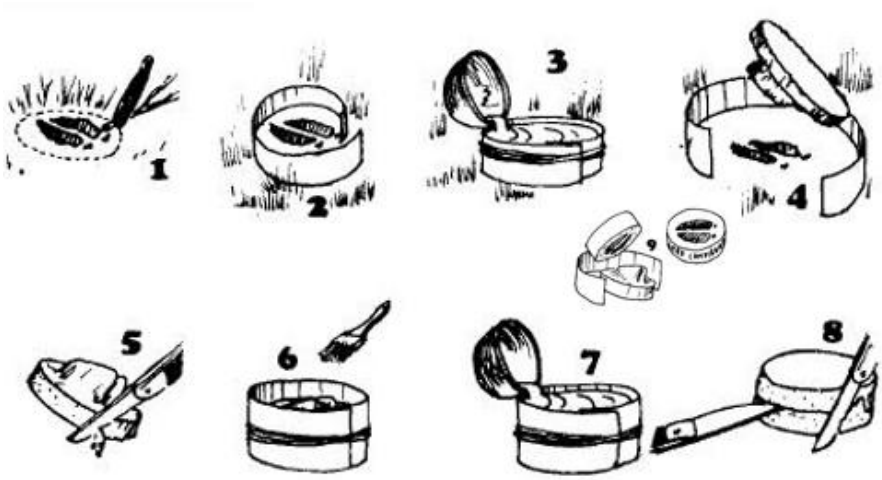
Huellas. De manera sistemática se hizo un recorrido en los transectos seleccionados (n=8, los mismos destinados para las observaciones directas), se contaron los rastros (huellas, excretas, plumas, nidos, cuevas, echaderos, etc.) que indican la presencia de las especies de interés. En el caso de las huellas se registran aquellas que crucen el transecto o estén en las inmediaciones, evitando contar nuevamente el mismo juego de huellas.

Con el fin de obtener un muestreo de mamíferos medianos se ubicarán trampas huellas separadas cada 100m una de otra; alejada 10m a ambos lados del transecto, y sólo para la longitud de éste con relación a las coberturas presentes. Para la elaboración de cada trampa se colocará una superficie de cartón (50x50 cm) con tierra suelta y húmeda, para una buena impresión. En cada una de las trampas se colocará un cebo como atrayente, el cual corresponderá a algún tipo de alimento de preferencia para cada una de las categorías de la dieta de los animales a estudiar, avena (herbívoros), huevos podridos y tocino (carnívoros), papaya y plátano (herbívoros, omnívoros); estos cebos serán alternados al azar para cada una de las trampas a lado y lado del transecto. Todos los días se hará limpieza de cada trampa con el objetivo de que ésta quede activada para la toma de datos. (Se recomienda poner este tipo de trampas cerca de donde se coloquen las trampas cámara).

A partir de la longitud total del transecto en el trazo nos alejamos 500m paralelo al camino (AI), y sólo para la longitud de éste con relación a las coberturas presentes, fueron ubicadas 30 trampas de huella

separadas cada 100 m. Para la elaboración de cada trampa se colocó una superficie de cartón (50x50 cm) con tierra suelta y húmeda, para una buena impresión.

Imagen. 9 Metodología para la identificación de huellas



1. Limpiar la zona, 2. Rodear la huella con cartulina, 3. Mezclar 2 partes de escayola por 1 de agua y agregar sal (el agua caliente y la sal aceleran el fraguado de la escayola). Verter la escayola y esperar a que fragüe, 4. Desmoldar (obtenemos el negativo de la huella, es decir, el molde de la pata del animal), 5. Igualar, 6. Engrasar el molde para que no se pegue, 7. Verter una nueva mezcla de escayola. Esperar a que fragüe, 8. Desmoldar y recortar y 9. Escribir la fecha, el lugar y el nombre del animal. También puedes sombrear el fondo de la huella.

Para la identificación de las huellas en este trabajo se hará la consideración sobre la base de un soporte en la literatura y evidencia científica que la fauna presente en México. Con la información que se obtenga a partir de los rastros se calculará el índice de abundancia relativa como el número de indicios por especie encontrada, dividido por la distancia recorrida por el observador.

I = *No indicios*/unidad de esfuerzo

Donde: ***No. indicios*** corresponderá al número de indicios como huellas, heces, restos, avistamientos, madrigueras y unidad de esfuerzo corresponderá a metros (m) recorridos en transecto, o a trampa revisada.

Adicionalmente se harán entrevistas informales para colectar información adicional de especies de mamíferos que no sean vistas durante el estudio.

Fotografía 5 Trampas y registro de huella



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

En cada una de las trampas se colocó un cebo como atrayente, el cual correspondió a algún tipo de alimento de preferencia para cada una de las dietas de los animales a estudiar, avena (herbívoros), huevos y tocino (carnívoros), papaya y plátano (herbívoros, omnívoros); estos cebos fueron alternados al azar para cada una de las trampas a lado y lado del transecto. Ya quedando activada para la toma de datos y el registro de huellas.

En la selección de cada punto de muestreo, tomando en cuenta la dimensión del proyecto en los tipos de vegetación de la RE, considerando puntos que son representativos del proyecto donde se construirá el puente. También se consideró la zona de cultivo, por lo tanto, fue probable encontrar especies en cielo abierto.

A su vez se realizaron técnicas directas (observación, captura, foto) e indirectas (búsqueda de rastros, huellas, excretas, entrevistas informales con gente de la región, etc.) para la determinación de distribución y abundancia de especies.

Los métodos que se han utilizado para conocer las tendencias poblacionales son el uso de transectos, y más recientemente el uso de trampas cámara (Wilson y Delahay 2001).

Fotografía 6 Equipo para muestreo de Fauna Silvestre



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2025.

Es muy importante georeferenciar los rastros encontrados. Para evitar contar en más de 1 ocasión las huellas, estas deben ser borradas o tachadas después de ser registradas. Es importante tomar fotografías de las huellas con una regla como referencia. La información obtenida nos permite calcular la abundancia relativa de las especies monitoreadas.

Tabla 7 Ficha para recolección de huellas

Proyecto:				
Sitio	Fecha	Identificación dudosa	SI	NO
Huella #	Coordenada (UTM)	Fresca	Semifresca	Vieja
Transecto/lugar o punto GPS		Colector		
Especie (probable)			Fotografía	
Observaciones				

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

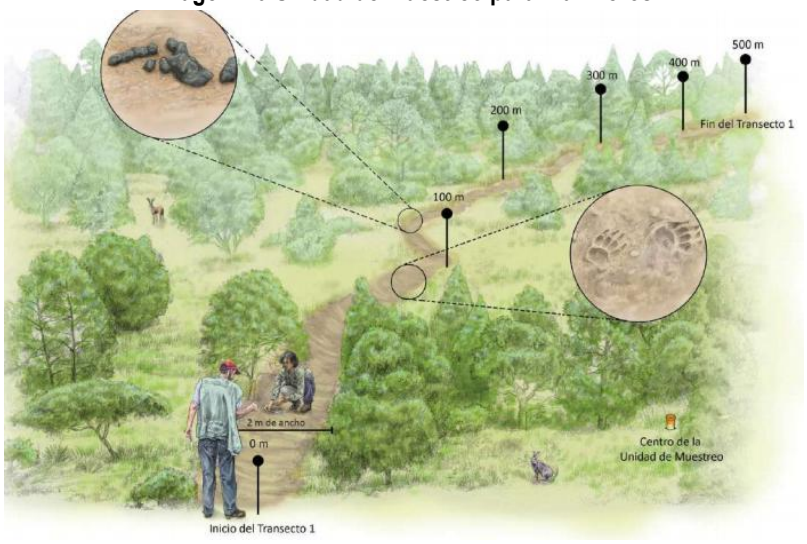
Excretas. Se cuantifican las que estén en una franja de 0 a 20m (10 a cada lado) del transecto proyectado. Se lleva un registro fotográfico de cada evidencia encontrada. En un formato ya establecido para el registro de los datos, en este caso para los avistamientos de huellas, heces, restos y madrigueras se tomaron datos como: especie del animal encontrado, número de indicio, hora de encuentro, ubicación geográfica. Se contaron las huellas del animal cruzando un transecto como un avistamiento. Las huellas que estén a lo largo de un transecto se tomarán como una observación.

Tabla 8 Ficha para recolección de excretas

Proyecto:				
Sitio	Fecha	Identificación dudosa	**SI**	**NO**
Huella #	Coordenada (UTM)	**Fresca**	**Semifresca**	**Vieja**
Transecto/lugar o punto GPS		Colector		
Especie (probable)			Fotografía	
Observaciones				

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Imagen. 10 Unidad de muestreo para mamíferos



Fuente: SEMARNAT, 2018

Una vez que se realizó la búsqueda y captura de los organismos estos se determinaron taxonómicamente a través de la siguiente bibliografía:

Aranda M. 1994. Estimación de la abundancia en poblaciones de mamíferos. Instituto de Ecología. Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Instituto de Biología. CONABIO y Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 986 pp. Romero-Almaraz, M. L., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada y R. D. Owen. 2007. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio.

Tabla 9 Plantilla para toma de datos de mamíferos

Plantilla de toma de datos para los mamíferos				
Fecha:	Hora:		Participantes:	
Lugar de muestreo:	Coordenadas:			
Municipio:	Tipo de vegetación:			
Especie:	Cantidad:			
Hembra o Macho:				
Adulto/Joven/bebe:				
Altura				
Longitud de las pezuñas:			Longitud de las garras:	
Longitud de las patas:			Peso:	
Hábitos alimenticios:				

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

La condición del área del proyecto tiene nichos con características bióticas diferentes y sitios en la RE más conservados que los que se observan sobre el Puente a modernizar, por lo que el área del Puente y AI no albergan suficiente fauna silvestre, ya que sólo alberga especies visitantes, que buscan alimento, descanso o como parte de su ruta de migración (Berlanga y Rodríguez, 2010) y algunas acostumbradas a las actividades antropogénicas. Aunque prevalezcan manchones de vegetación, la falta de esta vegetación y su continuidad limita las condiciones alimenticias de muchas especies, hace

que mucha fauna se localice en lugares más alejados del proyecto. Por lo que las áreas fragmentadas, presentan especies de fauna silvestre adaptadas y especializadas a estos ecosistemas (Challenger y Dirzo, 2009). Debido a esto la riqueza de especies es baja y la abundancia es media ya que estas especies al ver presencia humana tienden a huir y a desplazarse a zonas más seguras.

Se utilizaron trampas Sherman, que son trampas de aluminio cerradas utilizadas en la captura de pequeños mamíferos y juveniles de mamíferos de tallas más grandes. La trampa Sherman es la más utilizada debido a que son plegables y de fácil transporte. Para la captura de medianos mamíferos existen dos tipos de trampa: Havahart y Tomahawk (Nacional), ambas son trampas de rejillas y presentan un mecanismo disparador de tipo basculante (accionador de una o dos puertas). Tomahawk es la más utilizada debido a que son plegables.

Fotografía 7 Trampas Sherman



Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

Fototrampeo

Otro muestreo que se realizó fue el colocar trampas cámara (Moultrie®) método que es utilizo para conocer las tendencias poblacionales usando puntos fijos; todo con el fin de detectar tanto actividad diurna como nocturna en el Puente, Área de influencia y la RE. Cada trampa se colocó sobre el tronco de un árbol o una base a una altura de 45 cm sobre el suelo y se georreferenciará con una unidad GPS. Estas se colocaron de frente a la obra de drenaje. Las trampas se mantendrán trabajando en el campo durante varios días consecutivos. Las trampas cámara se ubicarán estratégicamente en áreas con hábitat potencial, en la zona de influencia, el Puente carretero propuesto y existentes, así como en la RE. Estas se colocaron en las zonas donde existe un cruce de caminos, brechas, donde es probable que especies de mamíferos medianos transiten, así mismo en zonas abiertas cercanos a las zonas pobladas por lo que se emplearon transectos lineales, para tener una distancia considerable entre cada trampa y así abarcar el área total de la RE. A partir de la longitud total del transecto nos alejamos a sitios más conservados y con coberturas más amplias, de acuerdo con la superficie de la RE, fueron ubicadas 6 trampas separadas entre 1,000 y 2000m entre ellas. El éxito de este muestreo resulto nulo al no evidenciar a ninguna especie con este método.

Se obtendrán estimaciones de abundancia relativa en función de la tasa de captura fotográfica. Se seguirá la metodología utilizada por Carbone *et al*., 2001, considerando el número de fotos por cada **n** días trampa.

IAR= No. Fotos Ind./No. De noches trampa* 100.

La trampa cámara se puede utilizar para identificar individuos que cruzan un camino. Los individuos son capturados en ubicaciones precisas en el sitio colocado, lo que nos permite identificar la especie y su ubicación en tiempo real. Si un individuo es capturado del lado opuesto del camino, esto nos indica que esta especie cruzó por el camino y/o carretera. Por lo general, las trampas cámara que se utilizan son personalizados de acuerdo con el objetivo del proyecto.

Fotografía 8 Colocación de una trampa cámara





Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

El resultado de las trampas cámara resulto ser nulo, ya que no se obtuvo ningún registro en la prospección de campo, se recomienda seguir haciendo monitoreos y colocación de estas, para no descartar el paso ocurrente de alguna especie de mamífero y así este no salga dañado a la hora de la construcción de puente.

Los pequeños mamíferos son componentes clave en los procesos de sucesión y regeneración de ecosistemas, debido a que juegan un papel importante en la depredación y dispersión de semillas (Adler, 1998; DeMattia *et al.,* 2006). Estas especies son abundantes y sirven de base a la cadena trófica, manteniendo a algunos carnívoros primarios como reptiles, aves, y mamíferos medianos, por lo que su presencia, así como las fluctuaciones en sus abundancias, se reflejan en las poblaciones de sus depredadores (Nupp y Swihart 1998). Algunas especies son susceptibles de convertirse en plaga cuando sus hábitats son transformados en enormes extensiones de cultivos y la explotación del nuevo hábitat les resulta favorable. Desde esta óptica los pequeños roedores pueden ser indicadores ecológicos, debido a que los cambios en sus abundancias y diversidad pueden reflejar modificaciones en el hábitat.

La calidad y cantidad de alimento disponible para la fauna silvestre es muy variable dependiendo de la región, estación y al particular. La calidad de alimento está influenciada por el clima y otros muchos factores locales del sitio. Para los herbívoros la calidad del forraje depende del clima, factores locales, la genética de las plantas y las partes de la planta consumida.

III.2 CRITERIOS PARA DETERMINAR Y SELECCIONAR LAS ESPECIES SUJETAS DE RESCATE Y REUBICACIÓN.

Los Criterios de elección de especies susceptibles de rescate y reubicación y su relación con el proyecto son los siguientes:

Se contemplan las especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana referente a la protección ambiental de especies nativas de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio: NOM-059-SEMARNAT-2010.

No obstante, este programa se aplicará para los todos los organismos identificados en la prospección de campo.

- Debe ser un sitio adecuado con las características básicas necesarias para la supervivencia de las especies, es decir, que les provea alimentación, éxito reproductivo, refugio.
- Se deberá verificar que el sitio de reubicación esté dentro del área de distribución de la especie, para evitar su reintroducción a un área ajena y causar un desequilibrio en las poblaciones nativas.
- Se deberá seleccionar áreas con las mismas condiciones de vegetación y topografía, de las áreas en las que fueron capturados. Para los anfibios, es indispensable que su liberación se lleve a cabo en cuerpos de agua fijos o temporales, pero que tengan un nivel bajo de contaminación.
- Nunca se liberarán todos los organismos de una misma especie en una misma localidad, con lo cual se evitará un sobre poblamiento y por consiguiente, la competencia intraespecífica.
- Si los individuos sufrieran algún daño físico durante la captura y el transporte, éstos no deberán ser liberados. Se mantendrán en cuarentena, en contenedores especialmente acondicionados específicamente para el tipo de organismo en cuestión, asegurándose que cuente con agua y alimento, así como con las condiciones específicas de humedad y temperatura.

CAPÍTULO IV. TÉCNICAS PROPUESTAS PARA AHUYENTAR FAUNA SILVESTRE EN LA RUTA DEL TRAZO.

IV.1 MEDIDAS DE AMEDRENTAMIENTO.

Las especies de fauna que se localicen en el área de construcción del proyecto y que por sus características de movilidad lo permitan, serán ahuyentadas hacia áreas de igual o mejor conservadas fuera de la zona de afectación del proyecto. Esto se realizará mediante las técnicas de persecución y producción de ruido. Se establecerán acciones de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de la obra. Para ello se hará uso de sirenas que propicien el desplazamiento básicamente de mamíferos y aves.
Después del ahuyentamiento y en su caso captura de organismos. Se procederá al traslado de los individuos capturados a un nuevo sector alejado del área de afectación y que cumpla con los requisitos de presentar condiciones similares a las de su hábitat original.
Los sitios propuestos que evidentemente deberán ser analizados por el especialista en campo para determinar al 100% su factibilidad.
Cuando se captura un animal entra en un proceso complejo incluso después de que termina en el regreso de este a un ambiente igual o similar al de sus orígenes. En este proceso se requiere el trabajo de un grupo interdisciplinario de profesionales especializados en los procesos de rehabilitación de fauna silvestre.

IV.2 MÉTODOS PARA EVALUAR LA MIGRACIÓN DE INDIVIDUOS AHUYENTADOS DE LA ZONA DE PROYECTO.

Para evaluar la efectividad de migración de los organismos ahuyentados de la zona del proyecto, se procederá a aplicar los mismos métodos empleados para la evaluación de la distribución y abundancia de fauna silvestre, en sitios aledaños a las zonas de construcción. La información generada durante la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular para el proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.**", deberá ser corroborada y en su caso complementada durante las actividades de prospección del programa de acciones del presente protocolo. Es probable que la riqueza y abundancia de las especies sea menor en el área de construcción del camino antes del inicio y durante la construcción de la obra.

CAPÍTULO V.TÉCNICAS PROPUESTAS PARA CAPTURA, MANEJO Y TRASLADO DE ESPECIES SUJETAS DE RESCATE, CON Y SIN ESTATUS DE PROTECCIÓN EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

V.1 ANFIBIOS Y REPTILES.

Al encontrar estas especies en el trazo o cercanas al proyecto, serán sujetas a rescate y ponerlas a salvo de las obras de modificación. Las áreas de relocalización se georreferenciarán y marcarán con estacas, de manera que sean fácilmente detectables al realizar futuros monitoreos.

Anfibios: El método más efectivo para la captura viva de Anfibios adultos es la captura manual nocturna mediante el uso de redes y con la mano. El modo de operar con esta técnica consiste en hacer recorridos por las zonas ribereñas del área de influencia directa en las cuales estás presentes estos ejemplares. De este modo, se revisarán todos los hábitats ocupados por estas especies: cuerpos de agua, ribera, vegetación, bajo piedras, etc. Los ejemplares adultos capturados serán mantenidos en recipientes de plástico semi-herméticos con una pequeña cantidad de agua, para mantener la humedad y un poco de alimento.

Especies por rescatar: No se encontraron especies de anfibios en la región, pero es importante considerar en el tiempo que se realice el proyecto no sea en tiempo de lluvias.

Reptiles: Los métodos más efectivos para la captura viva de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa con ligas (lagartijas) o ganchos herpetológicos. Con el propósito de optimizar el esfuerzo de captura en terreno, se tendrán en cuenta los aspectos de la ecología de las distintas especies. Debido a que los reptiles son seres vivos que requieren de una fuente de energía externa para poder desarrollar sus actividades diarias, el mayor esfuerzo de captura se realizará durante el período del día en que ellos resulten con mediana actividad en orden a facilitar la captura (mañana y media tarde). Por esta razón, la captura de individuos se realizará principalmente durante días asoleados.

Especies por rescatar: No se encontraron especies de reptiles en la zona del proyecto, pero es importante considerar en el tiempo que se realice el proyecto no sea en tiempo de lluvias.

V.2 NIDOS Y POLLUELOS DE AVES.

−*Evaluación de aves*. Se realizan censos matutinos, pues se considera que a estas horas se encuentra un 30 a 50% del total de especies. Estos censos deben permitir diferenciar registros de las especies residentes de las migratorias. En áreas descubiertas se usará el muestreo por transectos, eligiendo una línea recta que atraviese diversas zonas del ambiente. Es necesario anotar las características de vegetación, terreno y condiciones climáticas.

El observador caminará hasta un punto y se detendrá por 5 minutos, anotando las aves observadas y escuchadas. Los puntos de muestreo se espaciarán cada 100 m a lo largo del transecto. Se registrará todo inicio de nidificación en la zona, si el conteo de individuos es difícil se asignarán categorías de abundancia.

Para ubicar nidos ocupados (huevos y/o polluelos), se realiza un recorrido general y se señalará el sitio (base del árbol o arbusto en el caso de nidos elevados) con cinta flagin o pintura de aerosol de fácil reconocimiento (color fosforescente).

Los nidos ubicados se revisan para saber si están activos (con huevos o polluelos); en caso de encontrarse se puede derribar la especie y reubicar el nido sin afectar los individuos.

En nidos activos que se encuentren en cualquier especie de árbol, arbusto o especie arborescente se procederá a posponer su derribo hasta cambiar de situación (nido inactivo), por lo que se deberá monitorear para saber cuándo derribarlo. En los nidos activos que se ubiquen a ras de suelo se procederá a realizar las actividades de la obra en forma paulatina evitando acercarse y/o dañar el nido para que la madre pueda empollarlos y sobrevivan los individuos. Lo anterior con la finalidad de que no exista rechazo por parte de los padres.

Con el fin de estimar el tamaño poblacional y estimar los cambios que se presenten a través del tiempo, bien sea para evaluar los efectos de las actividades de construcción del proyecto y las medidas de manejo implementadas o su evolución en las zonas de compensación previstas, se aplicará la técnica de Captura – Marca – Recaptura para las especies sedentarias.

El monitoreo y seguimiento se orientará a medir la eficacia de los rescates; para ello, el indicador será el número de individuos por especie avistados en condiciones naturales vs el número de individuos rescatados y trasladados vivos a en las zonas de reubicación franja de protección.

El monitoreo de la efectividad de las medidas de ahuyentamiento, captura y traslado de la fauna, se realizará antes de la preparación del sitio durante la construcción y una vez terminadas las obras o cualquier actividad, es decir al inicio de la operación del proyecto.

Especies por rescatar: No se encontraron nidos ni especies de aves en la zona del proyecto, pero es importante considerar algunos árboles cercanos a la hora de la ejecución del proyecto.

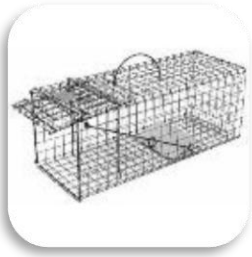
V.3 MAMÍFEROS PEQUEÑOS Y/O DE HÁBITOS CURSORIALES.

En la captura de los mamíferos se utilizan trampas de captura viva, redes de niebla y trampas cámara, las cuales tienen la ventaja de asegurar la captura de los animales en perfectas condiciones y una foto fidedigna de la especie fotografiada respectivamente. Para este caso encontramos las Sherman, que son trampas de aluminio cerradas utilizadas en la captura de pequeños mamíferos y juveniles de mamíferos de tallas más grandes. La trampa Sherman es la más utilizada debido a que son plegables y de fácil transporte. Para la captura de medianos mamíferos existen dos tipos de trampa: Havahart y Tomahawk (Nacional), ambas son trampas de rejillas y presentan un mecanismo disparador de tipo basculante (accionador de una o dos puertas). Tomahawk es la más utilizada debido a que son plegables. Y las cámaras cuddeback para el fototrampeo y redes de niebla para mamíferos voladores.

Fotografía 9. Trampas utilizadas



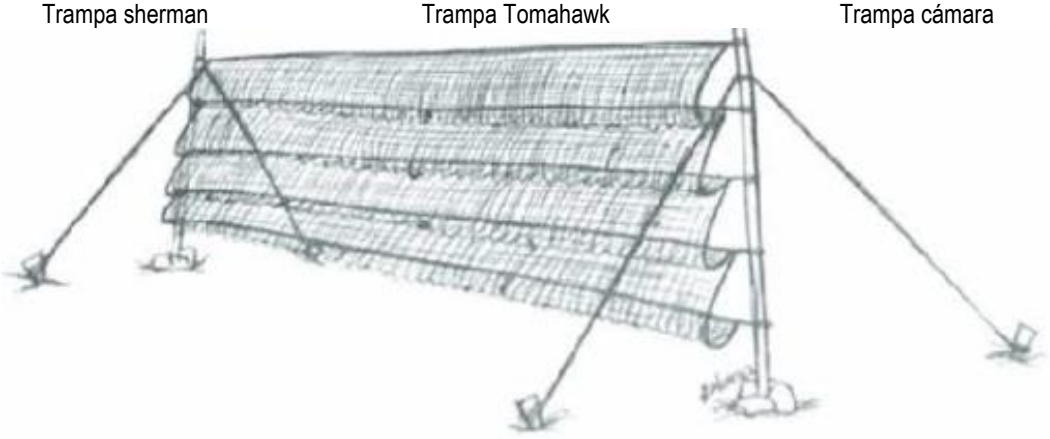
Trampa sherman



Trampa Tomahawk



Trampa cámara



Redes de Niebla

Para el uso de las trampas Sherman se requiere un elemento atrayente que pueden ser preparados comerciales, señuelos artificiales y esencias, pero las más utilizadas son los cebos universales que consisten en una mezcla de varios elementos, conformada por una base o sustrato (avena, harina de maíz), y un conjunto de elementos atrayentes (sardinas, esencia de vainilla, frutas, mantequilla de maní, granos etc.). El otro tipo de cebo son los específicos que son preparados dependiendo de los hábitos alimenticios de las especies a capturar.

Por lo que estas trampas deben ser colocadas en las obras de drenaje adecuadas para la obtención de algún registro. Las especies que transitan estas obras pueden funcionar como pasos seguros para

la fauna silvestre local y por propia seguridad a ser atropellados, De acuerdo a las características de la zona considerando las obras de drenaje existentes.

DATOS ADICIONALES A LA CAPTURA

Una vez capturada la especie, se procede a registrar los datos estándar que caracterizan al organismo. Estos datos son:

a) fecha de colecta
b) identificación del ejemplar
c) sexo, condición reproductiva y edad relativa
d) nombre del colector
e) ubicación geográfica
f) medidas estándar (largo total, largo de cola, largo de pata posterior, largo de oreja y peso, largo del antebrazo en el caso de los murciélagos).
g) hábitat donde fue colectado
h) técnica de captura
i) Datos adicionales: que consiste en resaltar algunas características relevantes, relacionada con la morfología externa; con el microhábitat; hora de colecta, posición de las trampas, etc.

Estos datos son registrados en el formato de campo diseñado para el estudio o libreta de campo.

CAPÍTULO VI SITIOS PROPUESTOS PARA LA LIBERACIÓN Y REUBICACIÓN DE ESPECIES CAPTURADAS.

Una vez que se tienen los animales capturados, es esencial que el tiempo en cautiverio sea minimizado debido principalmente a que las especies (y los diferentes individuos dentro de una misma especie) reaccionan de manera diferente a la captura, el transporte y la manipulación, lo seguro es que esto les causa un gran estrés psicológico y conductual. Hay dos maneras en las que se realiza la liberación de la fauna. La primera es conocida como lenta liberación (*soft release)* la cual implica que la especie capturada permanezca en cautiverio un determinado tiempo por ejemplo en estudios genéticos donde es necesario manipular al animal para obtener sangre, tallas corporales y marcaje. La otra manera es llamada rápida liberación (*hard release*) donde el cautiverio solo es por un tiempo corto, reduciendo así el estrés y el tiempo de contacto con el hombre (Morrison, 2002).

La mortalidad debida a la depredación es la primera causa por la que fracasa el traslado y la reintroducción de fauna. Se puede dar el caso de que los animales que han sido aislados de depredadores o su descendencia, crecen en cautiverio y pueden no expresar una conducta contra los depredadores. Aunque se pretende liberarlos lo más pronto posible, este caso se puede presentar por lo que se sugiere una pre-liberación para que la expresión de la conducta cambie. Es necesario que el experto determine el sitio y momento de liberación de los animales capturados. Se recomienda dejar libre a las presas antes que a sus depredadores para que tengan suficiente tiempo de realizar un reconocimiento del hábitat y asegurar su sobrevivencia (Morrison, 2002).

Después del ahuyentamiento y en su caso captura de organismos. Se procederá al traslado de los individuos capturados a un nuevo sector alejado del área de afectación y que cumpla con los requisitos de presentar condiciones similares a las de su hábitat original. Cabe mencionar que las especies que se deben manejar con más cautela son las especies de reptiles registradas en el muestreo de prospección de campo catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que si se avistas se debe llevar a cabo el rescate y reubicación de las especies observadas. Cabe mencionar que las especies registradas en el proyecto, la mayoría son aves y estas se dispersan por si solas al ver un cambio en el ambiente. Solo se deben tomar en cuenta estas consideraciones si en el momento de la construcción de esta obra se llegara a observar alguna especie de fauna.

Los sitios propuestos que evidentemente deberán ser analizados por el especialista en campo para determinar al 100% su factibilidad.

En el caso de los mamíferos terrestres, estas especies al ser de movimiento más rápidos y ver la presencia y actividad humana huirán a sitios más seguros para no ser molestados.

VI.1 MEDIDAS PARA GARANTIZAR LA SOBREVIVENCIA DE EJEMPLARES CAPTURADOS PARA SU REUBICACIÓN.

Cuando se captura un animal entra en un proceso complejo incluso después de que termina en el regreso de este a un ambiente igual o similar al de sus orígenes. En este proceso se requiere el trabajo de un grupo interdisciplinario de profesionales especializados en los procesos de rehabilitación de fauna silvestre.

Cuando se toma la decisión de reubicar un animal, es porque se espera podrá adaptarse a las condiciones ambientales que se le están ofreciendo. Además, es necesario asegurarse que el animal no tenga enfermedades que puedan transmitirse a las poblaciones que habitan el lugar, para lo cual se les debe realizar evaluaciones médicas que de ser necesario involucren análisis de laboratorio. Por otro lado, se debe reubicar al individuo al área de distribución de su especie, de otro modo resultaría en perdida de capacidades de adaptación al medio.

Estos sitios de reubicación deben ser previamente seleccionados de acuerdo con sus características ecológicas y sociales. Allí se construyen jaulas de aclimatación donde se llevan los animales y pasan el tiempo suficiente para acoplarse visual y fisiológicamente a las nuevas condiciones de vida.

Pasado el periodo de aclimatación de acuerdo al especialista, se procede a invitarlos a ampliar su área de acción, abriéndoles las puertas, ofreciéndoles alimento y condiciones ambientales atractivas y seguras en el espacio inmediato a la jaula, lo que permite inducir a los animales a recuperar sus capacidades motoras y a adaptarse a las nuevas condiciones ofrecidas.

Adicionalmente a las acciones realizadas por los especialistas es necesario realizar acciones de concientización social que contribuyan a incrementar la probabilidad de sobrevivencia de los ejemplares reubicados. Estas campañas pueden ser mediante la realización de talleres informativos y participativos dirigido a trabajadores de la obra y a habitantes y propietarios de los terrenos donde se van a liberar a los animales. Otra medida útil es la colocación de señales informativas y restrictivas que adviertan y prohíban la cacería y captura de fauna silvestre.

VI.2 CRITERIOS TÉCNICOS APLICADOS PARA SELECCIONAR LAS ÁREAS DESTINADAS PARA LIBERACIÓN Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA.

Uno de los criterios prioritarios para una reubicación exitosa es la cuidadosa selección del área. Esta debe ser escogida siguiendo condiciones básicas:

- Que el área sea ecológicamente apropiada y se presente en suficiente extensión para albergar una población viable de la especie a reubicar, preferentemente en sitios cercanos de donde se capturo el organismo.
- Que exista cobertura vegetal nativa de la región en buen estado de conservación del ecosistema.
- Que se corrobore la presencia de la especie de forma natural.

- Se debe solicitar con 3 meses de anticipación los permisos correspondientes para capturar, trasladar y reubicar fauna silvestre, así como las cartas de aceptación de los sitios donde se pretenda liberar (ejido, ANP, propiedad privada, etc.). Así mismo se debe notificar a la PROFEPA y las dependencias estatales ambientales.

Definición de indicadores de seguimiento, parámetros de evaluación de los mismos y umbrales de alarma determinados para evaluar el éxito y la eficacia de las acciones de rescate.

- El seguimiento de las acciones de protección de la fauna se basará en la evaluación de la modificación en la composición y estructura de estas especies en la zona de afectación y en la evaluación del estado de las poblaciones de fauna, antes y después del proyecto.

Impactos manejados:

- Perdida de hábitats, muerte y migración de animales.

Medidas de manejo del impacto:

- Para el manejo de este impacto se considerarán los programas de manejo de los componentes vegetación y fauna, el programa de restauración y reforestación y el programa de protección y conservación del suelo.

Medidas de seguimiento y monitoreo:

- El monitoreo y seguimiento que se realizará de acuerdo a las densidades de individuos de especies de fauna indicadoras de calidad de hábitat en la zona de obras antes de la construcción y posterior a esta.
- Número y tipo de microhábitat disponible por unidad de área y por tipo de ecosistema en la franja de protección, antes y después de la construcción.
- Se llevarán registros de los individuos capturados y trasladados, así como de los avistamientos durante las actividades de ahuyentamiento y rescate.

Sitios de monitoreo:

- El monitoreo de la fauna se realizará en la franja del proyecto y en sitios representativos donde se lleve a cabo la reubicación.

Variables y tipos de análisis:

- Las mediciones de densidades de especies indicadoras se harán mediante la aplicación del siguiente indicador: Densidad de individuos de la especie n/ por tipo de ecosistema (cobertura vegetal).

- El número y tipo de microhábitat disponible por unidad de área se medirá en los ecosistemas localizados en los sitios de intervención, se compararán con los que se irán midiendo en las áreas destinadas para acoger la fauna desplazada en las zonas de protección, con el fin de establecer los subsidios en relación con los microhábitats que permitan como parte del manejo de los impactos sobre la fauna, dimensionar detalladamente los requerimientos y ajustar el manejo de los resultados.

Para este caso específico se seleccionarán las áreas mejor conservadas que como ya se indicó pueden ser las zonas con vegetación más conservada ubicados en las inmediaciones del proyecto, se espera que estas zonas alberguen poblaciones de las especies silvestres a reubicar, y se asegurará que el componente hábitat está en buenas condiciones para reubicar a las especies y garantizar su sobrevivencia.

El programa de rescate y reubicación de fauna silvestre pretende maximizar las posibilidades de supervivencia de los individuos liberados en el largo plazo. Una vez que se cuenta con el área apropiada, la segunda fase que influye fuertemente en el éxito de una reubicación es la calidad de los individuos a liberar. Por ejemplo, los ejemplares deben encontrarse en buen estado de salud, tanto desde el punto de vista interno como externo. El comportamiento, más allá de lo puramente físico, es un factor determinante para poder lograr satisfactoriamente la sobrevivencia de los individuos reubicados, el cual debe ser evaluado por el especialista.

CAPÍTULO VII. MEDIDAS EMERGENTES PARA CORREGIR SOBREVIVENCIA MENOR AL 80% DE INDIVIDUOS CAPTURADOS PARA SU LIBERACIÓN Y REUBICACIÓN EN LA RE DEL PROYECTO.

VII.1 MANEJO Y REHABILITACIÓN DE ORGANISMOS DAÑADOS DURANTE LA CAPTURA Y RESCATE.

Respecto a las preferencias de hábitat de cada especie que se deben considerar los hábitos de estas para su reubicación, se recomienda hacerlo con las medidas necesarias para no estresar al animal y llevarlo a una reubicación exitosa al momento de la liberación.

VII.2 MANEJO Y REHABILITACIÓN DE ORGANISMOS DAÑADOS DURANTE EL TRASLADO PARA SU LIBERACIÓN Y REUBICACIÓN EN LA RE DE PROYECTO.

En caso de que algún individuo, cría o nido de fauna, sea dañado de forma accidental por efectos de localización, captura y rescate o cualquier actividad, el inspector ambiental responsable de ejecutar el programa y el veterinario mantendrá una comunicación constante con el personal encargado del rescate de fauna de tal forma que los animales heridos reciban la atención adecuada de manera inmediata, se realizará el siguiente procedimiento:

- ✓ Evaluar el daño e identificar las causas que lo provocaron
- ✓ Proponer un plan de traslado y recuperación
- ✓ Contar con una instalación de rehabilitación y cuarenta que permita la recuperación de los animales que hayan sufridos heridas durante su captura.

En toda actividad que involucré el presente programa deberá llevarse a cabo el registro y control del número de ejemplares y de especies que serán rescatadas, el programa será ejecutado únicamente por especialistas y personal técnico capacitado que en todo momento cuidé la integridad de los organismos, así como la forma en que será corregida tal situación, con el objeto de evitar la muerte y perdida de especies con o sin estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Los organismos dañados durante el traslado para su liberación y reubicación en el área del proyecto serán remitidos al centro de recuperación para su adecuada rehabilitados siguiendo el protocolo mencionado.

CAPÍTULO VIII INDICADORES DE DESEMPEÑO Y ÉXITO DE LAS ACCIONES.

VIII.1 JUSTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO, PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE LOS MISMOS Y UMBRALES DE ALARMA DETERMINADOS PARA EVALUAR EL ÉXITO Y LA EFICACIA DE LAS ACCIONES DE RESCATE.

El seguimiento de las acciones de protección de la fauna se basará en la evaluación de la modificación en la composición y estructura de los grupos de fauna terrestre en la zona de afectación y en la evaluación del estado de las poblaciones de fauna terrestre, antes y después del proyecto como resultado de la conformación y enriquecimiento florístico del derecho de vía.

Impactos manejados: Perdida de hábitats, muerte y migración de animales.

Medidas de manejo del impacto: Para el manejo de este impacto se considerarán los programas de manejo de los componentes vegetación y fauna, el programa de restauración y reforestación y el programa de protección y conservación del suelo.

- ✓ *Medidas de seguimiento y monitoreo*: El monitoreo y seguimiento que se realizará de forma paralela al de cobertura vegetal, se orientará a establecer:
- ✓ Densidades de individuos de especies de fauna terrestre indicadoras de calidad de hábitat en la zona de obras antes de la construcción y posterior a esta.
- ✓ Número y tipo de microhábitat disponible por unidad de área y por tipo de ecosistema (unidad de cobertura vegetal natural) en la franja de protección, antes y después de la construcción.

Se llevarán registros de los individuos capturados y trasladados, así como de los avistamientos durante las actividades de ahuyentamiento y rescate.

Sitios de monitoreo: El monitoreo de fauna terrestre se realizará en la franja del proyecto y en sitios representativos donde se llevó a cabo la reubicación.

Variables y tipos de análisis: Las mediciones de densidades de especies indicadoras se harán mediante la aplicación del siguiente indicador:

Densidad de individuos de la especie n / por tipo de ecosistema (cobertura vegetal).

El número y tipo de microhábitat disponible por unidad de área se medirá en los ecosistemas (tipos de cobertura vegetal natural) localizados en los sitios de intervención , se compararán con los que se irán midiendo en las áreas destinadas para acoger la fauna desplazada en la franja de protección, con el fin de establecer los subsidios en relación con los microhábitats que permitan como parte del manejo de los impactos sobre la fauna, dimensionar detalladamente los requerimientos y ajustar el manejo de los resultados.

Monitoreo de fauna terrestre (ahuyentamiento, captura y traslado de fauna).

Las mediciones de la efectividad de esta medida, a través del monitoreo, corresponden los resultados de la comparación de densidades de las especies de fauna, antes de la intervención con los de las zonas en proceso de enriquecimiento de la cobertura vegetal y sitios de reubicación.
Se tomarán también como indicadores, los reportes presentados en los monitoreos realizados antes de la intervención, de las especies con algún estatus de conservación especial. Las metodologías deben corresponder a las utilizadas para evaluaciones ecológicas rápidas, dentro de las que se encuentran las siguientes:

Evaluación de anfibios y reptiles. Colectas y observaciones diurnas y nocturnas. En el caso de los anuros las muestras más exitosas se obtienen después de las lluvias.

- En época reproductiva los cantos de los anuros son una forma para identificar y localizar los individuos machos de determinada especie. Se deben realizar observaciones alrededor de los cuerpos de agua, sobre arbustos, árboles y epifitas.
- Los anfibios también pueden utilizarse como indicadores de calidad del hábitat, de manera que a este grupo también se puede estimar su tamaño poblacional mediante el método de Captura–Marca–Recaptura.

Evaluación de aves. Se realizarán censos matutinos, pues se considera que a estas horas se encuentra un 20 a 30% del total de especies. Estos censos deben permitir diferenciar registros de las especies residentes de las migratorias. En áreas descubiertas se usará el muestreo por transectos, eligiendo una línea recta que atraviese diversas zonas del ambiente. Es necesario anotar las características de vegetación, terreno y condiciones climáticas.

El observador caminará hasta un punto y se detendrá por 5 minutos, anotando las aves observadas y escuchadas. Los puntos de muestreo se espaciarán cada 100 m a lo largo del primer punto de observación. Se registrará todo inicio de nidificación en la zona, si el conteo de individuos es difícil se asignarán categorías de abundancia.
Con el fin de estimar el tamaño poblacional y estimar los cambios que se presenten a través del tiempo, bien sea para evaluar los efectos de las actividades de construcción del proyecto y las medidas de manejo implementadas o su evolución en las zonas de compensación previstas, se aplicará la técnica de captura–marca-recaptura para las especies sedentarias.

Evaluación de mamíferos. En la medida que la observación directa es difícil, las señales e indicios de los animales son un buen criterio: madrigueras, cuevas, huellas, excretas, pelo y animales muertos. El uso de huellas es un buen elemento para estimación de abundancia de mamíferos en evaluaciones ecológicas rápidas.

Pequeños mamíferos (murciélagos, roedores, marsupiales) deberán ser capturados para su identificación (usando redes de niebla, trampas Sherman). Los murciélagos son otro grupo que puede ser utilizado como indicador de la calidad del hábitat, evaluando los cambios en sus tamaños poblacionales mediante la técnica de captura–marca–recaptura.

El seguimiento de la efectividad de los rescates y traslados de fauna durante el programa se realizará efectuando la medición de los individuos por especie, capturados y liberados vivos.
El monitoreo y seguimiento se orientará a medir la eficacia de los rescates; para ello, el indicador será el número de individuos por especie avistados en condiciones naturales vs el número de individuos rescatados y trasladados vivos a en la zona de reubicación franja de protección.
Un segundo indicador, corresponde al anteriormente mencionado: número de individuos rescatados vs el número de individuos liberados vivos.
El monitoreo de la efectividad de las medidas de ahuyentamiento, captura y traslado de fauna, se realizará antes de la preparación del sitio durante la construcción y una vez terminadas las obras o cualquier actividad, es decir al inicio de la operación del proyecto.

Índices de riqueza y diversidad

La diversidad de especies de aves y mamíferos también será determinada utilizando el índice Shannon-Weaner (H´), que es uno de los índices más simples y de amplio uso, tiene la ventaja de ser independiente del tamaño de la muestra, esto quiere decir que funciona bien con pocos datos de conteo (aves, mamíferos, plantas, y otros.), pero en muestras pequeñas esparcidas produce mucho sesgo. También permite hacer comparaciones estadísticas entre comunidades, áreas, complejos, y otras. El índice toma valores de 0 hasta un máximo cercano a 6 (muy raro que ocurra); por lo tanto, a mayor valor del índice, mayor es la diversidad de un área.

$$H = -\sum_{i=1}^{S} \pi_i \ln \pi_i$$

Dónde:

H` =	Índice de diversidad de Shannon-Weaner
π =	Proporción de la especie (ni) en la muestra Total (N) y pi = ni dividido n = Número de individuos totales
ln =	Logaritmo natural de pi

La diversidad máxima (H_{max}= lnS) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente $H/H_{max}=H/lnS$, que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad (π_i= 1/S).

$$\boldsymbol{\pi = n_i/N}$$

Dónde:

n_i **=** número de individuos en el sistema de la especie determinada i **N=** número total de individuos **S=** número total de especies.

Los índices de abundancia relativa de cada una de las especies de aves y mamíferos serán graficados, ubicados en el eje Y del valor el índice en el eje X las distintas zonas de liberación de la fauna rescatada.

Los especialistas podrán utilizar alguna metodología alterna siempre y cuando garantice los resultados satisfactorios de este programa.

De acuerdo a la clasificación de los índices; el índice de Simpson pertenece a la clase aditiva (2.8) si hacemos que $\tau_i = 1$, es decir todas las especies tienen el mismo rango y $R(\pi) = 1 - \pi_i$. Entonces:

$$\lambda_{Simp} = \sum_{i=1}^{k} \{1 - \pi_i\}\pi_i = 1 - \sum_{i=1}^{k} \pi_i^2$$

Por lo tanto

$$D = \sum \left(\frac{n_i (n_i - 1)}{N(N-1)} \right)$$

VIII.2 DISEÑO, UBICACIÓN Y NÚMERO DE PASOS DE FAUNA REQUERIDOS POR TRAMO Y/O TIPO DE ECOSISTEMA.

Considerando la información generada hasta este punto, y que el proyecto es la construcción de un Puente, no se considera la construcción de pasos de fauna

CAPÍTULO IX CATALOGO DE CONCEPTOS DE TRABAJO

IX.1 MEMORIA DE CÁLCULO DE LA INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS DE CADA ACCIÓN DE RESCATE Y REUBICACIÓN.

Para la realización de esta actividad se llevará previo a las actividades del desmonte y despalme, con objeto de rescatar, reubicar las especies de fauna que se lleguen a localizar durante el proyecto, así como los ejemplares de importancia biológica relevante susceptibles de ser rescatadas.
Enseguida se presenta información que se refiere a los recursos humanos y materiales (equipo y herramienta) que se precisan para poder realizar las labores de rescate y reubicación de fauna silvestre.

Como ya mencionó anteriormente, para desarrollar las actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre es indispensable contar con personal capacitado en el reconocimiento y manejo de la fauna, así como familiarizado con las técnicas de busca y captura. En las siguientes tablas se detalla el requerimiento y el tipo de personal, de las actividades que deberán ser capaces de realizar en el primer trimestre del proyecto.

Tabla 10. Personal requerido para llevar a cabo el rescate y reubicación de la fauna silvestre

Personal	**Actividad a desarrollar**	
Profesionista A	Captura y liberación de aves y mamíferos.	Ahuyentamiento de especies
Profesionista B	Este llevará a cabo el rescate de los reptiles y anfibios que se encuentren en el área de afectación para su posterior liberación.	
Técnico A y B	Auxiliar del profesionista A y B	

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR

Los materiales por utilizar, así como las características definitorias de los mismos, niveles, se indican en la siguiente Tabla:

Tabla 11. Requerimiento de materiales y equipo para el rescate de fauna

Concepto	Unidad	Cntd. Ajuste	Precio	Importe
MATERIALES				
ACEITE PARA MOTOR	LT	9	$120.00	$1,080.00
GASOLINA	LT	600	$30.00	$18,000.00
JUEGO DE LLANTAS PARA CAMIONETA	JGO	2	$3,562.00	$7,124.00
BOLIGRAFO BIC PUNTO FINO NEGRO CAJA CON 12	PAQ	2	$63.50	$127.00
FACIA BOND CARTA CON 500 HOJAS COPAMEX	PZA	1	$517.00	$517.00
LAPIZ BIC EVOLUTION AMARILLO 12 PZAS	PAQ	3	$65.50	$196.50
SACAPUNTAS AZOR, GOMA, CORRECTOR	PZA	2	$405.00	$810.00
LIBRETA DE CAMPO	PZA	4	$85.90	$343.60
TABLA CON CLIP ACRILICO OFFICE DEPOT TAMAÑO CARTA	PZA	5	$69.90	$349.50
TONER COLOR PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	4	$1,800.00	$7,200.00
TONER B/N PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	2	$1,209.00	$2,418.00
GUÍAS DE CAMPO (AVES, MAMIFEROS, REPTILES Y ANFIBIOS)	PZA	4	$800.00	$3,200.00
TOTAL MATERIALES				**$41,547.60**
MANO DE OBRA				
BIOLOGO 1	JOR	120	$2,600.00	$312,000.00
AUXILIAR DE CAMPO 1	JOR	120	$1,416.67	$170,000.40
AUXILIAR DE CAMPO 2	JOR	120	$1,416.67	$170,000.40
TOTAL MANO DE OBRA				**$652,000.80**
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERRAMIENTA MENOR	%	393	$100.00	$39,300.00
CAMIONETA FORD RANGER XL DOBLE CABINA	HR	1440	$73.47	$105,796.80
LAPTOP DELL INSPIRON 15-5567 (1)	HR	750	$27.47	$20,602.50
MULTIFUNCIONAL SAMSUNG SL-C480W/XAX COLOR	HR	90	$17.71	$1,593.90
BOTIQUIN ESPECIALIZADO PM1408PA	HR	72	$56.00	$4,032.00
CAMARA NIKON PROFESIONAL	HR	146	$85.30	$12,453.80
CAMARA NIKON PROFESIONAL	HR	146	$85.30	$12,453.80
EQUIPO DE COMUNICACIÓN (SET DE 2 RADIOS MOTOROLA WALKIE TOLKIE 2 VIAS 56 KM Mt350r USO RUDO)	HR	113	$28.77	$3,251.01
FOTOTRAMPAS (VARIOS)	HR	450	$98.46	$44,307.00
GPS MARCA GARMIN MODELO ETREX20	HR	234	$27.44	$6,420.96
GPS MARCA GARMIN MODELO ETREX20 2	HR	225	$27.44	$6,174.00
EQUIPO HERPETOLOGICO (PINZAS Y GANCHOS)	HR	234	$24.49	$5,730.66
EQUIPO PARA CAPTURA DE FAUNA (TRAMPAS SHERMAN, TOMAHAWK, PIT-FALL)	HR	225	$128.37	$28,883.25
EQUIPO DE SEGURIDAD (POLINAS, BOTAS Y GUANTES)	HR	450	$19.54	$8,793.00
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA				**$299,792.68**
TOTAL GENERAL				**$993,341.08**

Nota: * El precio de este concepto dependerá de las hectáreas georeferenciadas para el proyecto, el cual no está en la suma total de esta tabla.

Tabla 12 Resumen de la Actividad

(Acciones de proyección y conservación de fauna) Concepto	Importe
Requerimientos de Personal para el rescate de fauna	$652,000.80
Requerimientos de materiales y equipo para el rescate de fauna	$341,340.28
Subtotal	**$993,341.08**

Fuente: SECIRA S.A. DE C.V. 2026.

La implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre incluidas dentro de categorías de riesgo presentes en el proyecto contempla un tiempo estimado de 95 días de trabajo efectivo, cabe señalar que las actividades serán acordes con el programa de trabajo, específicamente con los tiempos de ejecución de las actividades de preparación del sitio y construcción.

CAPÍTULO X PROGRAMA DE ACTIVIDADES A REALIZAR (DIAGRAMA DE GANTT)

La cronología de actividades del ***"Programa de rescate, reubicación de fauna silvestre"***, está diseñado en base al Programa de General de Trabajo de acuerdo con la calendarización de las actividades para la preparación del sitio y construcción, donde las actividades de desmonte y despalme se realizarán en el transcurso de varios meses. Especificados en esta Manifestación de impacto y análisis previo para la evaluación de alternativas de trazo.

Las actividades de este programa se llevarán a cabo en dos fases, una al inicio de las obras, donde solo se implementaran las actividades que van de la mano con el rescate y reubicación y la segunda, empezará una vez que concluyan las actividades de obra en la zona comprendida entre la línea de ceros y el derecho de vía de la carretera, así como al ser removidas las instalaciones provisionales como campamentos, oficinas, almacenes, patios de maniobra, bancos de tiro o préstamo que entren en desuso.

Tabla 13. Cronograma de Gantt con las principales actividades durante la primera fase 1

	Semanas											
Actividad	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Muestreo de Campo												
Búsqueda intensiva de fauna antes del despalme												
Búsqueda de fauna durante el despalme												
Captura de aves												
Captura de mamíferos												
Captura de anfibios y reptiles												
Monitoreo de las especies de fauna												

Tabla 14. Cronograma de Gantt con las principales actividades durante la primera fase 2

	Semanas											
Actividad	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Reubicación de aves												
Reubicación de mamíferos												
Reubicación de anfibios y reptiles												
Primer análisis preliminar de los muestreos de campo												
Entrega de reportes mensuales de los resultados obtenidos												
Monitoreo de las especies de fauna												

CAPÍTULO XI RESPONSABLE DE LAS ACCIONES.

El equipo profesional comprometido para la ejecución del presente plan de rescate y reubicación de fauna estará compuesto por un biólogo con experiencia comprobable en la gestión, rescate y ahuyentamiento de este tipo de fauna. El especialista decidirá quiénes integrarán a su equipo técnico y personal de apoyo que ejecutará las diferentes acciones.

En caso de que no se cumplan las medidas de mitigación y los resultados obtenidos no sean los esperados para la reubicación de fauna silvestre, las acciones a seguir son las siguientes.

- Permitir y facilitar el escape de la fauna silvestre existente en toda la trayectoria del proyecto.
- Establecer acciones de protección a toda la fauna, mediante la elaboración de un catálogo de fauna y la capacitación ambiental a todos los trabajadores que incidan en esta zona, con sanciones estrictas a su incumplimiento.
- Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos.
- La empresa constructora debe establecer prohibiciones estrictas y sanciones a todos los trabajadores, para evitar la caza, captura y compra-venta y muerte de cualquier organismo de la fauna.
- Colocar señalamientos preventivos para proteger la fauna silvestre.

BIBLIOGRAFÍA.

Adler, G. H. 1998. Impacts of resource abundances of populations of a tropical forest rodent. Ecology 79:242–254.

Arroyave, M. P., C. Gómez, M. E. Gutiérrez, M. P. Múñera, P. A. Zapata, I. C. Vergara, L. M. Andrade, y K. C. Ramos. 2006. Impacto de las Carreteras sobre la Fauna Silvestre y sus Principales Medidas de Manejo. Revista EIA. N° 5. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín, Colombia. p. 45-57.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO – Fondo de Cultura Económica, México D.F. 988 pp (ISBN: 970–9000–30–6).

Krebs, C. J. 1985. Ecología. Estudio de distribución y la abundancia. 2ª Ed. Harla. México.

Morrison M. 2002. Wildlife Restoration. Techniques for Habitat Analysis and Animal Monitoring. Society For Ecological Restoration. 209 pp.

NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 2008. *Aves de México*. Guía de campo. Editorial Diana, México.

Rodríguez-Yáñez, C., R. Villalón-Calderón y A.G. Navarro. 1994. Bibliografía de las aves de México (1825-1992). *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*, 8:1-146.

ÍNDICE

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL ***3***

INTRODUCCIÓN **3**

OBJETIVOS **4**

II.1. Objetivo General 4

II.2. Objetivos específicos 4

ALCANCE **5**

UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO Y DE LA RE DEL PROYECTO **6**

IV.1. Descripción del proyecto 6

IV.2. Ubicación física 6

IV.3. Características constructivas 10

IV.4. Programa de trabajo de la obra 12

CARACTERIZACIÓN DE LA RE **13**

V.1. Caracterización de los factores abióticos 13

V.2. Caracterización de la vegetación 15

V.2.1. Tipos de vegetación 15

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE AFECTACIONES RELEVANTES O SIGNIFICATIVAS PROPUESTAS EN LA MIA-P .18

UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS DE MONITOREO EN LA RE DEL PROYECTO **24**

ACTIVIDADES E INDICADORES DE SEGUIMIENTO DE IMPACTO AMBIENTAL DETERMINADOS PARA LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN DE AFECTACIONES RELEVANTES O SIGNIFICATIVAS **25**

PROCEDIMIENTOS PARA MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y LA EJECUCIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS EMERGENTES EN LA RE DEL PROYECTO **29**

IX.1. Seguimiento y criterios de evaluación para la vigilancia del manejo de residuos (aguas residuales, residuos de manejo especial, residuos peligrosos) 29

IX.2. Seguimiento y criterios de evaluación de la vigilancia para la protección de cuerpos hídricos 32

IX.3. Seguimiento y criterios de evaluación del monitoreo de emisiones a la atmósfera 34

IX.4. Seguimiento y criterios de vigilancia para las acciones de rescate y reubicación de especies de fauna 37

IX.5. Seguimiento y criterios de evaluación para la vigilancia de acciones de rescate y reubicación de flora 38

IX.6. Seguimiento y criterios de evaluación para la vigilancia de obras para la conservación y restauración de suelos 40

IX.7. Seguimiento y criterios de evaluación para la vigilancia de las acciones de educación ambiental 43

CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LOS INDICADORES DE SEGUIMIENTO DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU CASO VALORES PERMISIBLES Y UMBRALES DE ALARMA **45**

X.1. Evaluación para los indicadores de seguimiento de impacto ambiental 45

X.2. Procedimientos para Monitoreo de las Medidas de Prevención y Mitigación y Ejecución de Medidas Correctivas en la Región Ecológica 50

X.3. Responsables de las acciones....51
INSUMOS Y CONCEPTOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PVA....53
BIBLIOGRAFÍA....54

INDICE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del Eje del proyecto. 9
Tabla 2. Especificaciones del proyecto....10
Tabla 3. Diagrama de Gantt del proyecto. 12
Tabla 4. Caracterización de la RE 13
Tabla 5. Medidas de mitigación agrupadas por la actividad y significancia 18
Tabla 6. Resumen de acciones e indicadores para el monitoreo ambiental....25
Tabla 7. Bitácora manejo ambiental de monitoreo de residuos sólidos, comunes y peligrosos....32
Tabla 8. Ficha técnica de manejo ambiental de monitoreo de la protección del escurrimiento 34
Tabla 9. Bitácora de manejo ambiental de monitoreo del componente atmosférico....36
Tabla 10. Ficha técnica de manejo ambiental del programa de acciones de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre 38
Tabla 11. Seguimiento de las acciones de reforestación....40
Tabla 12. Bitácora para el registro de los datos en la etapa de monitoreo y seguimiento de las actividades de reforestación 40
Tabla 13. Seguimiento suelos....42
Tabla 14. Ficha técnica de manejo ambiental de obras para conservación de suelos 42
Tabla 15. Bitácora para el registro de capacitaciones 44
Tabla 16. Bitácora para la evaluación de cumplimiento....46
Tabla 17. Responsable de las acciones 51
Tabla 18. Insumos requeridos para la ejecución del PVA....53

INDICE IMÁGENES

Imagen 1. Estructura del Programa de Vigilancia Ambiental 5
Imagen 2. Localización del proyecto. 6
Imagen 3. Vista Satelital del proyecto....7
Imagen 4. Vías de acceso al proyecto 8
Imagen 5. Superestructura del proyecto 11
Imagen 6. Uso de Suelo y Vegetación presente en la RE y área del proyecto....17
Imagen 7. Proceso de manejo de residuos....30

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

INTRODUCCIÓN

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es aquel que, de manera detallada, establece las acciones e indicadores para el seguimiento de las medidas propuestas para prevenir, mitigar, controlar, compensar y/o corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

Para realizar la evaluación del proyecto en primer lugar se delimitó la Región Ecológica y se definieron las características bióticas, abióticas, sociales y económicas más relevantes en el sistema, en base a las cuales se realizó una descripción del escenario a futuro que podría presentarse por la instalación del proyecto en cuestión, de esta forma se identifican los impactos ambientales que deben ser atendidos. Una vez definidas las principales acciones a realizar, es función del Programa de Vigilancia Ambiental darles orden y sentido, integrando para este fin diversas acciones específicas para cada componente ambiental que debe ser protegido o remediado.

Para una ejecución óptima del PVA, este deberá contener las metodologías por aplicar claramente descritas, las fuentes de información utilizadas para su fundamento y el cronograma de aplicación de las acciones propuestas; además es importante que el programa tome en cuenta la legislación ambiental aplicable, ya que de esta forma se garantiza que las acciones propuestas cumplan los objetivos, de forma efectiva y eficiente, de preservar los recursos naturales de la Región Ecológica afectado, atendiendo también los rasgos socioculturales.

El PVA, se presenta como una estrategia para garantizar la mitigación y compensación de los impactos ambientales provocados por el proyecto, y su estructura abarca específicamente:

- Programa de rescate y reubicación de flora.
- Programa de rescate y reubicación de fauna.
- Programa para ubicación y dimensiones de Pasos de Fauna.
- Programa de restauración forestal, de Suelos y Cuerpos Hídricos.

Se debe considerar que el presente PVA, se deberá adecuar conforme a los términos y condicionantes que su momento establezca la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la autorización en materia de impacto ambiental para la construcción del proyecto:

Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.

OBJETIVOS

II.1. Objetivo General

Proporcionar una descripción de las acciones ambientales que serán implementadas para prevenir, mitigar controlar y corregir los impactos ambientales negativos en la Región Ecológica durante las fases de construcción, operación y mantenimiento, así como establecer los lineamientos a seguir para dar cumplimiento a las obligaciones ambientales del proyecto y las actividades de compensación en tiempo y forma.

II.2. Objetivos específicos

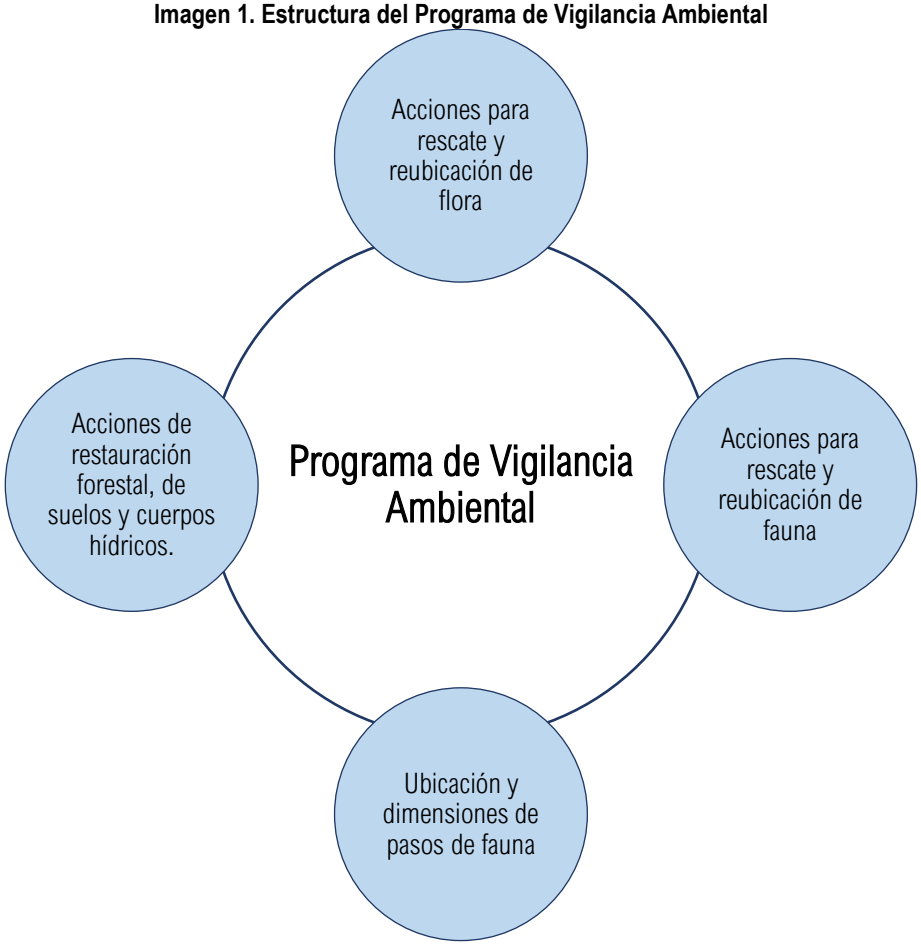
- Establecer los criterios, metodologías, sistemas de medición y control de parámetros de cada factor ambiental que será monitoreado.
- Evaluar la eficiencia de las medidas preventivas, mitigantes y de compensación propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental.
- Identificar mediante los indicadores de seguimiento, las medidas emergentes a desarrollar en caso de que se requiera, a fin de alcanzar un grado óptimo de funcionalidad del ecosistema.
- Integrar adecuadamente las acciones de mitigación y compensación solicitadas en los términos y condicionantes del resolutivo correspondiente.
- Proponer plazos de ejecución de las medidas preventivas, mitigantes y de compensación mediante su calendarización.

ALCANCE

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), integrará todas las medidas de prevención, protección, control, mitigación, restauración y compensación propuestas en la MIA-P del proyecto y para dar seguimiento oportuno a las condicionantes ambientales que establezca la autoridad competente, mismas que convergerán en el desarrollo e implementación del PVA que se encuentra compuesto por una serie de acciones específicas esquematizadas en la siguiente imagen.

El contenido del Programa de Vigilancia Ambiental detalla la metodología para realizar el seguimiento ambiental de la obra, los indicadores elegidos, lugares de inspección, umbrales críticos, periodicidad del seguimiento y las medidas preventivas o correctoras a adoptar.

Imagen 1. Estructura del Programa de Vigilancia Ambiental



Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V., 2026.

UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO Y DE LA RE DEL PROYECTO

IV.1. Descripción del proyecto

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del centro SICT Oaxaca, tiene contemplada la construcción de un puente denominado: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.** Actualmente existe un derecho de vía donde se incorporarán los accesos y para el cual podrá existir un tránsito diario de 50 a 100 vehículos.

IV.2. Ubicación física

El proyecto: **Puente "San Antonio" ubicado en el km 43+322.7, con una longitud de 35.0 m, en el estado de Oaxaca.,** se ubica en el siguiente municipio:

- El primer municipio donde se ubica parte del proyecto es **San Antonino Monte Verde** perteneciente al distrito IX de San Pedro y San Pablo Teposcolula, que a su vez pertenece a la región de la mixteca alta, en el estado de Oaxaca; colinda al norte y noroeste con el municipio de Tezoatlán de Segura y Luna, al noreste con el municipio de Chilapa de Díaz, al este con el municipio de San Sebastián Nicananduta, al sureste con el municipio de San Pedro Mártir Yucuxaco, al sur y suroeste con el municipio de San Juan Ñumi.

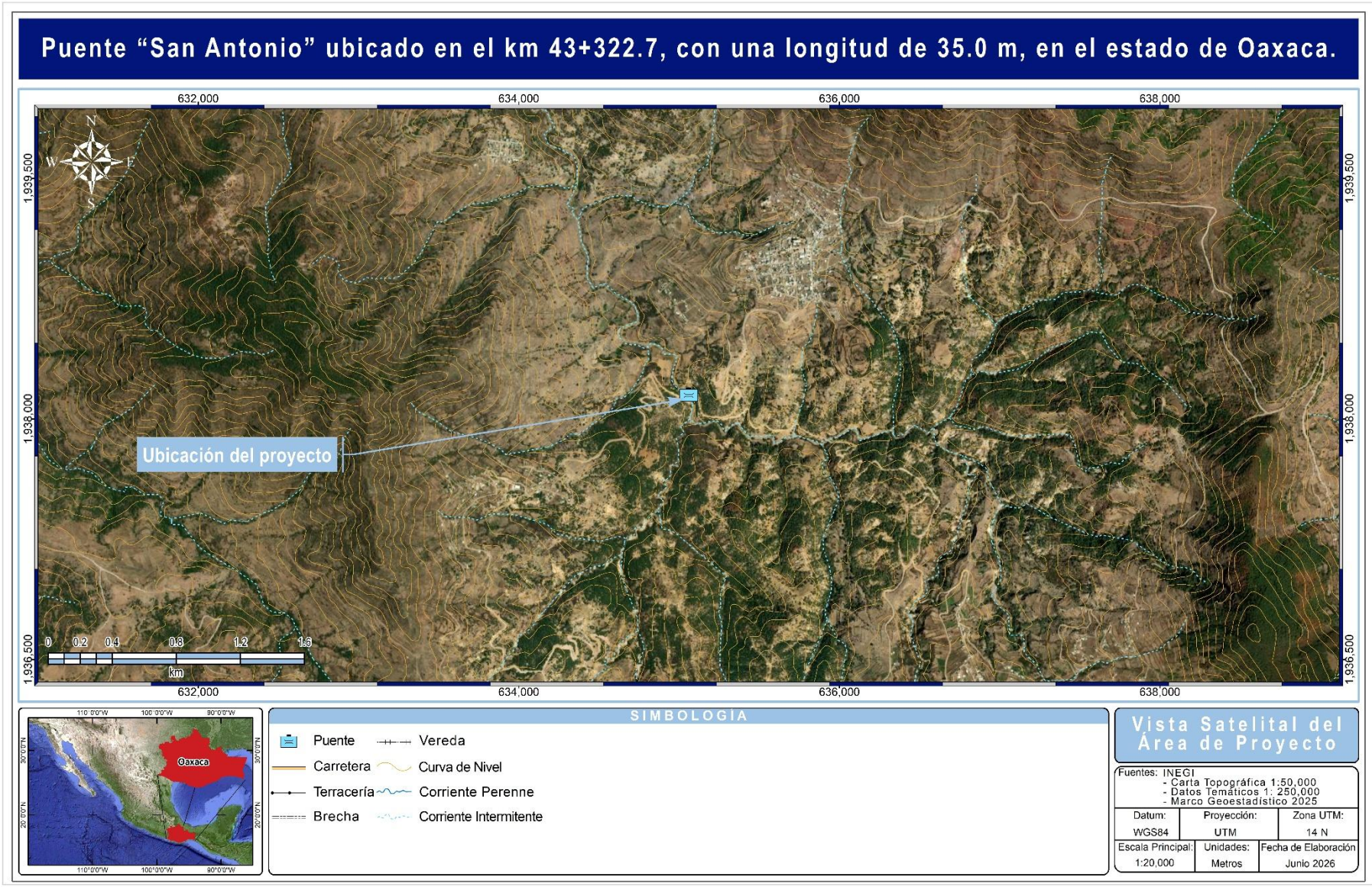
En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto:

Imagen 2. Localización del proyecto.



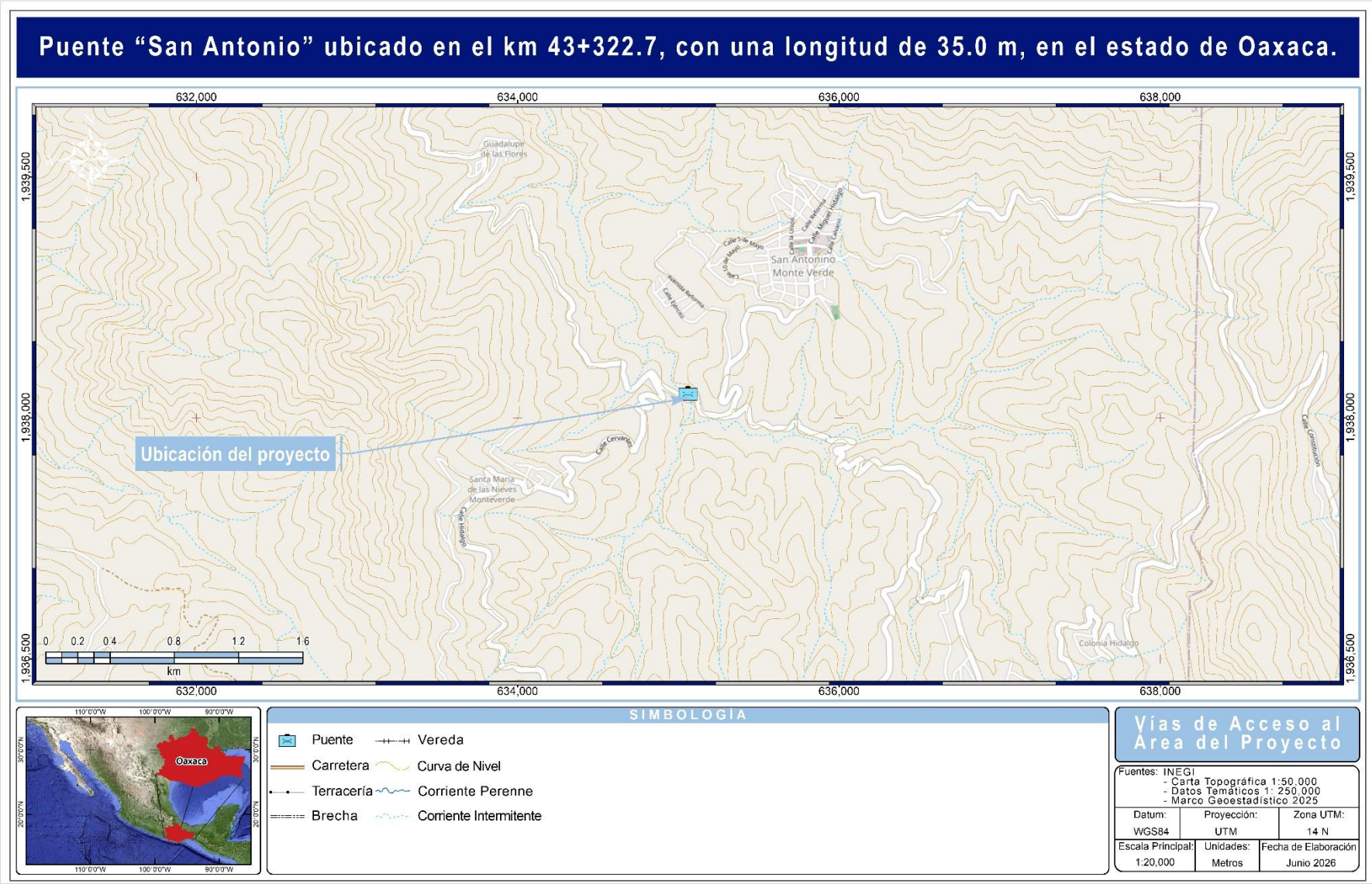
Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V., 2026.

Imagen 3. Vista Satelital del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V., 2026.

Imagen 4. Vías de acceso al proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V., 2026.

El proyecto consiste en la construcción de un puente, conforme a las especificaciones de la SICT, con una longitud total de 115.00 metros y un ancho de calzada de 7.0 metros y dos carriles (uno por sentido) de 3.5 metros. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas del camino calculadas con el DATUM WSG84 zona 14N.

Tabla 1. Coordenadas del Eje del proyecto.

Cadenamiento	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
42+265.29	635,008.93	1,938,148.71	-097° 43' 41.24"	+17° 31' 32.04"
42+285.29	635,028.84	1,938,147.33	-097° 43' 40.56"	+17° 31' 31.99"
42+305.29	**635,048.84**	**1,938,147.67**	**-097° 43' 39.89"**	**+17° 31' 32.0"**
42+325.29	635,068.83	1,938,148.01	-097° 43' 39.21"	+17° 31' 32.01"
42+340.29	**635,084.56**	**1,938,148.28**	**-097° 43' 38.68"**	**+17° 31' 32.01"**
42+345.29	635,088.83	1,938,148.35	-097° 43' 38.53"	+17° 31' 32.01"
42+365.29	635,108.70	1,938,147.19	-097° 43' 37.86"	+17° 31' 31.97"
42+380.29	635,122.07	1,938,139.21	-097° 43' 37.41"	+17° 31' 31.71"

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V., 2026.

El proyecto se concibe como un coadyuvante del desarrollo vial que permitirá la comunicación entre las diferentes localidades aledañas, que facilitará el desplazamiento de personas, de sus productos y bienes.

Es importante considerar que, aunque se trata de la construcción se está vinculando con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia de impacto ambiental tal como se sustenta en el capítulo III, para así lograr un menor impacto ambiental en la zona, propiciando así un desarrollo sustentable tal como se indica en la LGEEPA.

En conclusión, se pretende reducir los tiempos de recorrido, mejorar los niveles de servicio con mayor seguridad, incrementar el desarrollo económico de la zona. Cabe resaltar que en la zona donde se inserta el proyecto se encuentra un alto impacto antropogénico derivado de la agricultura y asentamiento humano, lo que propicia que los impactos generados por el proyecto se vean disminuidos.

IV.3. Características constructivas

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del centro SICT Oaxaca, tiene contemplada la construcción de un puente, para concluir en un camino con un ancho de corona de y calzada de 7.0 metros, en la siguiente table se muestran las coordenadas de los cadenamientos del eje cada 500 metros calculadas con el DATUM WGS84 Zona 14N.

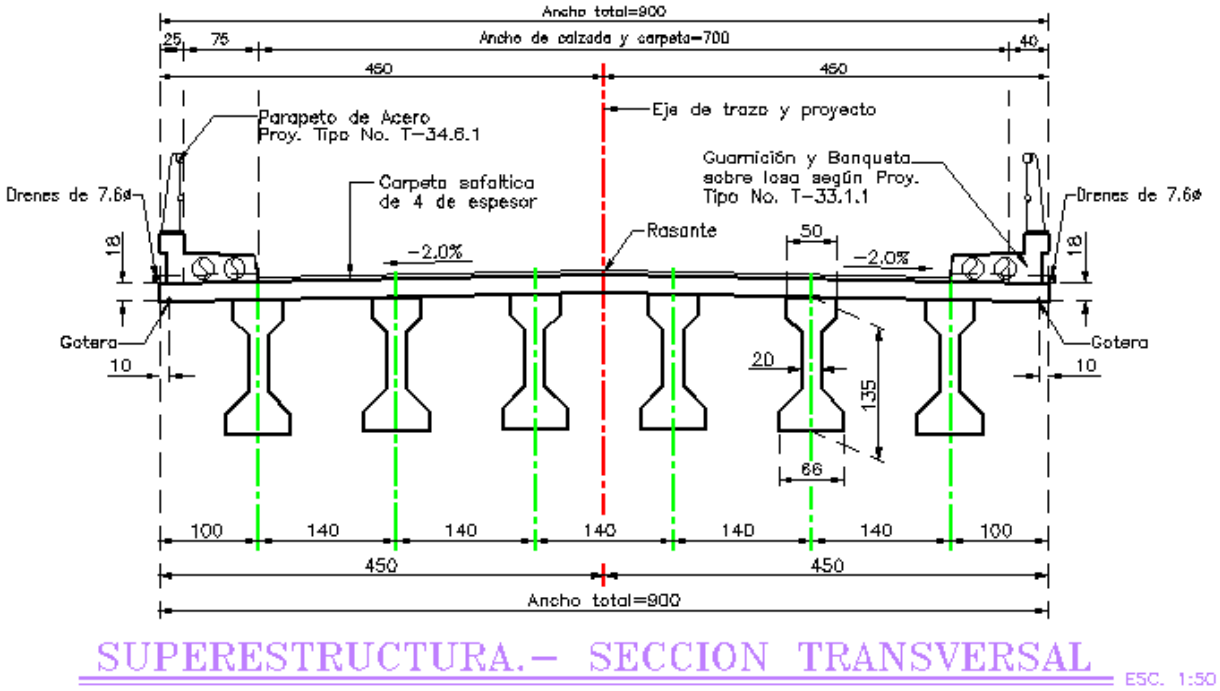
Tabla 2. Especificaciones del proyecto

Especificaciones geométricas	Unidad
Cadenamientos:	
Inicio (km x+xxx)	42+265.29
Final (km x+xxx)	42+380.29
Longitud total	115.00 Metros
Longitud estructura	35.00 Metros
Ancho total de la estructura	9.00 Metros
Ancho de calzada	7.00 Metros
Espesor de la losa	20 cm
Espesor de la carpeta	4 cm
Tipo y número de trabes	AASHTO V, 5 trabes
Altura	Mínima=2119.86
	Máxima=2126.70
Número y longitud de accesos	2 de 40.00 metros
Número y ancho de claros	1 de 9.00 Metros de ancho y 35.00 metros de longitud
Gálibo	3.58 Metros
número y ancho de carriles	2 de 3.5 metros
Parapeto	Dos de 0.75 metros
Banqueta	Dos de 0.25 metros
Superficie de afectación*	536 m^2
Superficie de desplante del proyecto (accesos, terraplenes y estructura) *	1,397 m^2
Superficie de desplante más obras temporales y/o actividades provisionales*	2,258 m^2
Superficie de Obras temporales y/o actividades provisionales*	861 m^2
Diseño hidráulico de un puente considerando los parámetros hidráulicos	
Período de retorno	50 años
Gasto de diseño	204.84 m^3/s
Nivel de aguas mínimas (Namin)	2112.58 Metros
Nivel de aguas máxima extraordinarias (NAME)	2115.80 Metros
Superficie de incidencia en zona federal*	296.98 m^2

* La superficie reportada corresponde al área obtenida a partir del polígono georreferenciado del proyecto generado y verificado mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando los softwares **ArcMap 10.8, AutoCAD MAP 3D 2024, QGIS 4.0 y Google Earth** para el cálculo y validación de las superficies y coordenadas del proyecto. En consecuencia, la superficie reportada refleja la geometría real de la obra y puede diferir del resultado obtenido mediante la multiplicación del ancho nominal de calzada por la longitud total, debido a las variaciones geométricas propias del diseño, las transiciones en el trazo y las condiciones físicas existentes a lo largo del proyecto.

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V., 2026.

Imagen 5. Superestructura del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

IV.4. Programa de trabajo de la obra

El proyecto contempla un periodo de 72 meses para las etapas de preparación del terreno y construcción del proyecto, sin embargo, las etapas de operación y mantenimiento serán continuas y a largo plazo.

Tabla 3. Diagrama de Gantt del proyecto.

ACTIVIDAD	AÑO 1						AÑO 2				AÑO 3				AÑO 4				AÑO 5				AÑO 6			
	MESES						TRIMESTRE				TRIMESTRE				TRIMESTRE				TRIMESTRE				TRIMESTRE			
	2	4	6	8	10	12	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ASIGNACION DE PRESUPUESTOS																										
Licitación y Adjudicación de la obra	x	x																								
Trámites y permisos	x	x																								
Asignación de los recursos presupuestales.	x	x																								
ACTIVIDADES PREVIAS																										
Proyecto Ejecutivo		x																								
Estudios geotécnicos, levantamiento topográfico, estudio de bancos de materiales		x																								
Medidas de prevención			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de mitigación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Medidas de compensación			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PREPARACIÓN DEL SITIO																										
Instalación de taller y bodega			x																							
Colocación de señalamientos de obra			x																							
Trazo y nivelación				x	x	x																				
Deshierbe, despalme de terreno y demolición estructura existente				x	x	x																				
Limpieza del terreno			x																							
CONSTRUCCIÓN																										
Excavación para estructuras							x	x	x	x	x	x														
Concreto hidráulico en plantilla para desplante de estribos y pilas.										x	x	x	x	x	x											
Concreto hidráulico en cuerpo de pilas, estribos y aleros.											x	x	x	x	x	x										
Concreto hidráulico: En coronas de estribos y pilas, así como en pantallas laterales, topes antisísmicos y bancos de apoyo de estribos y pilas.														x	x	x										
Concreto hidráulico: En diafragmas, en pre-losas de superestructura, en losas de superestructura																	x	x	x							
Concreto hidráulico: En banquetas de camellón central.																				x	x	x	x	x		
Concreto asfáltico en carpeta.																								x	x	
SEÑALAMIENTOS																										
Retiro de señalamiento preventivo de obra																				x	x	x	x	x		
Colocación de señalamientos definitivos.																									x	x
Limpieza de la obra																									x	x
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																										
Circulación de vehículos automotores: Al término de la obra y por toda la vida útil del proyecto																										
Inspección y Evaluación: Previo a cualquier acción de mantenimiento, se realizarán inspecciones visuales y técnicas siguiendo los criterios del Manual de Inspección de Puente SICT y el AASHTO Bridge Inspección Manual para determinar un mantenimiento rutinario o preventivo																										
Mantenimiento y conservación de los puentes: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto correspondiente a la secretaria de comunicaciones y transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																										
Mantenimiento a obras complementarias y señalización: Al término de la obra y durante la vida útil del proyecto, correspondiéndole a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la coordinación, programación y ejecución de estos trabajos, por sí misma o por medio de una contratista.																										

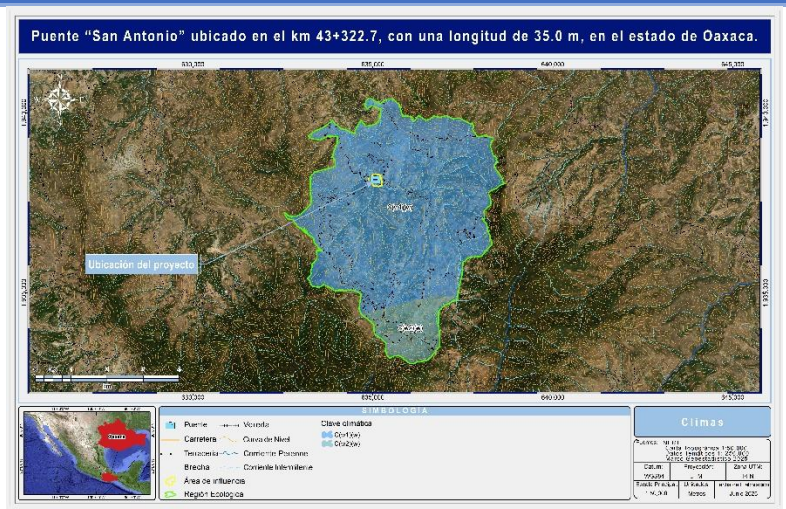
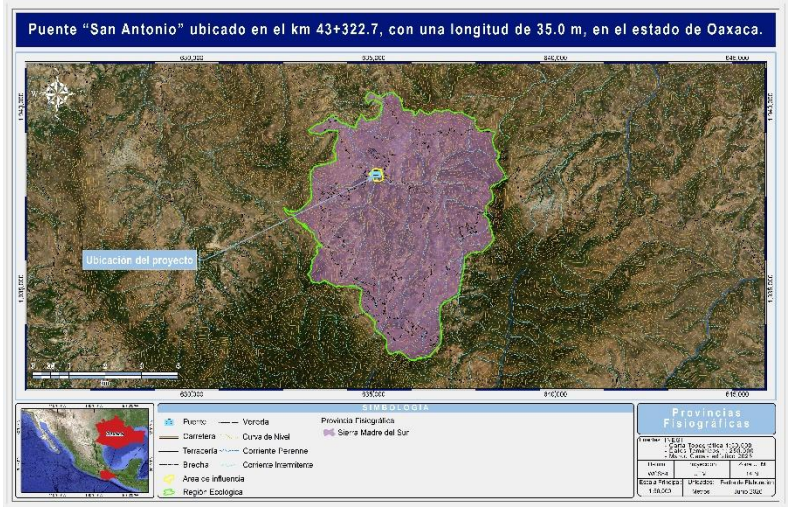
Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

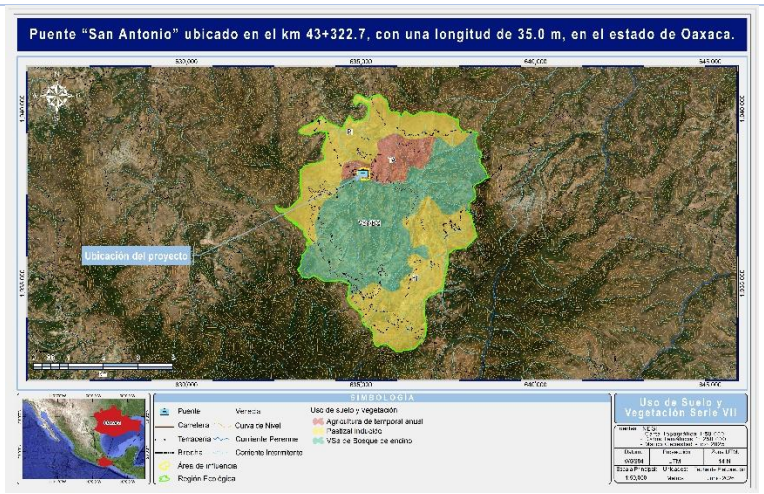
CARACTERIZACIÓN DE LA RE

V.1. Caracterización de los factores abióticos

Para la caracterización del medio abiótico de la Región Ecológica (RE), se elaboraron mapas utilizando la cartografía temática del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, de la cual se identificaron las unidades físicas de cada tema (clima, geoformas, edafología, hidrología, etc.), se hizo la revisión bibliográfica, visitas de verificación y reconocimiento en campo, que generó la información que se muestra a continuación, tanto en el prontuario de Información Geográfica, como la descripción de cada uno en el apartado correspondiente.

Tabla 4. Caracterización de la RE

COMPONENTE	CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DEL PROYECTO
Clima: La clasificación del clima de Köppen-Geiger establece para la Región Ecológica, dos tipos de clima semicálidos y templados. De estos, tres climas particularmente representan al Área de Influencia del Proyecto siendo: • C(w1) (w): Templado subhúmedo (medio). • C(w2) (w): Templado subhúmedo con lluvias en verano.	
Fisiografía: El trazo del proyecto se asienta sobre la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, así como la subprovincia Mixteca Alta. Esta subprovincia se encuentra influenciada por las topoformas de lomerío con cañadas y en menor proporción sierra alta compleja.	

COMPONENTE	CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DEL PROYECTO
Geoformas: Particularmente en el área del proyecto se registran cuatro tipos de roca de acuerdo con el compendio de información geográfica municipal del INEGI con clave litológica: ➔ Ti(ar) ➔ Ti(ar-cg) ➔ Ti(lm-ar) ➔ Ts(lgei)	
Suelo: Las unidades edáficas presentes dentro de la RE corresponden a: ➔ Leptosol eútrico. De manera general los leptosoles (que son los suelos dominantes en la RE) son suelos muy superficiales, con poco espesor, que se forman sobre roca dura o áreas muy pedregosas, normalmente en laderas de fuerte pendiente. Son poco aptos para la agricultura.	
De acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII de INEGI, la RE presenta tres usos de suelo diferentes: ➔ Agricultura de temporal anual ➔ Pastizal inducido ➔ Vegetación secundaria arbustiva de encino.	

Fuente: SECIRA, S.A. DE C.V.,2026.

V.2. Caracterización de la vegetación

Se realizaron recorridos en campo con la finalidad de verificar los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en la Región Ecológica para realizar la comparación con la cartografía de INEGI serie VII de Uso de Suelo y Vegetación. Se centró la atención en los fragmentos mejor conservados, así como en aquellos lugares donde se contempló la probabilidad de mayor afectación derivada del desarrollo del proyecto. Se obtuvo un registro fotográfico de las especies y ecosistemas característicos de la región y de interés para este estudio, considerando particularmente especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las de interés comercial, cultural, médico, etc. Posteriormente se formó una brigada de campo, que acorde a un programa de trabajo, realizó el muestreo de la vegetación, en el área de puntual del proyecto y la Región Ecológica, priorizando aquellos sitios con vegetación conservada, los fragmentos con vegetación secundaria y cercas vivas.

La composición de especies y su diversidad fue caracterizada mediante el registró del número de familias, géneros, especies e individuos. Se calculó el índice de diversidad de Shannon, Simpson y equitatividad de Shannon; con base a los datos recopilados en campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VII escala 1 250 000, se determinó que los tipos de usos de suelo y vegetación presentes en la Región Ecológica son los siguientes:

- Agricultura de temporal anual
- Pastizal inducido
- Vegetación secundaria arbustiva de encino.

A continuación, se presenta la descripción de los Usos de Suelo y Vegetación presentes en la Región Ecológica.

V.2.1. Tipos de vegetación

Debido a la gran variación de relieves, geologías, climas y tipos de suelo que existen, en el estado se presenta una marcada diversidad de tipos de vegetación. Con el objetivo de identificar los cambios de uso del suelo y vegetación en la entidad se emplearon las cartas de uso del suelo y vegetación serie VI y VII (INEGI 2017,2018).

Agricultura de temporal anual

La **agricultura temporal** se produce gracias al ciclo de lluvia y depende netamente de ello, dado que la superficie de la tierra debe mantener el agua y la humedad para poder conservar el cultivo.
Es importante destacar que, en las poblaciones de algunos países, como en el caso de México, el 74 % de la producción agrícola depende de la agricultura temporal. En este caso, la principal producción agrícola y la más importante es el maíz, cultivado en casi el 60 % de las tierras mexicanas en época de lluvia, generadas desde junio hasta octubre.
La agricultura de temporal es un sistema de producción que depende del comportamiento de las lluvias durante el ciclo de producción y de la capacidad del suelo para captar el agua y conservar la humedad. Estas particularidades le confieren incertidumbre en sus resultados y se prevé que los efectos del cambio climático en la producción de temporal incrementen más esta incertidumbre.
La producción de estos cultivos depende del comportamiento de las lluvias y de la capacidad del suelo para captar el agua. Al respecto, tienen la ventaja de que el gasto en la producción es menor al no tener que invertir en el tema de riego. Algunos ejemplos son el **maíz de temporal**, el **limón** y el **sorgo**.
En México casi tres cuartas partes de la superficie agrícola se destinan a cultivos del tipo cíclico, 54 por ciento para Primavera/Verano y 17 por ciento para Otoño/Invierno, el 29 restante es superficie destinada a cultivos del tipo perenne.

Pastizal Inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2,800 m las comunidades secundarias frecuentemente son similares a la pradera de alta montaña, formadas por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca, Muhlenbergia, Stipa* y *Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de la extracción de la raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Por debajo de los 3 000m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los bosques de encino y pino, son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima. Entre los géneros a los que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon, Aristida, Bouteloua, Bromus, Deschampsia, Hilaria, Muhlenbergia, Stipa, Trachypogon y Trisetum.* Menos frecuentes o quizá menos fáciles de identificar son los pastizales originados a expensas de matorrales xerófilos y aún de otros pastizales. Del Valle de México se describen comunidades de este tipo, que en general son bajas y muchas veces abiertas, incluyen un gran número de gramíneas anuales. Los géneros *Buchloë, Erioneuron, Aristida, Lycurus* y *Bouteloua* contienen con frecuencia las especies dominantes. Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal herbácea no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses. Las especies dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua, Hilaria, Trachypogon* y *Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas.

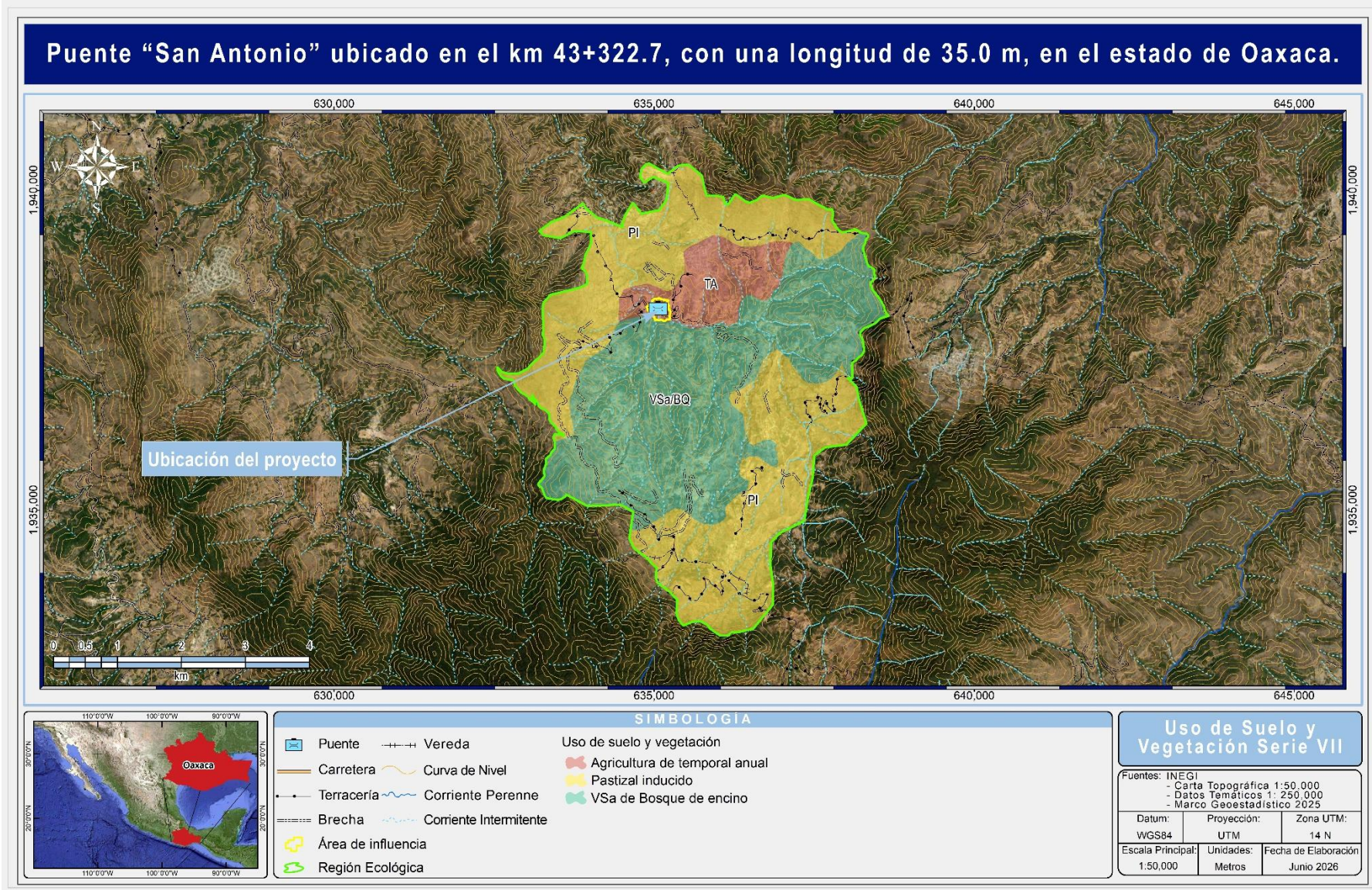
Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Dasyochloa pulchella* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex, Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp.* (Zacate cadillo o Roseta), *Muhlenbergia phleoides, Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: Incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera. Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea, de acuerdo a la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo de la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

En este sentido, las comunidades de vegetación secundaria arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas de bosque de encino, se integran por múltiples especies del género *Quercus* (encinos, robles) que en México, salvo condiciones muy áridas se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2 800 m. Se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros.

Imagen 6. Uso de Suelo y Vegetación presente en la RE y área del proyecto



Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE AFECTACIONES RELEVANTES O SIGNIFICATIVAS PROPUESTAS EN LA MIA-P

Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación puntual de cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto, desde la selección del sitio hasta el abandono del proyecto, permite la disminución de los impactos ambientales generados, de donde el conjunto de medidas de mitigación generará efectos benéficos con la capacidad de movilizar la respuesta positiva hacia otros factores ambientales, e inclusive ofrecen un efecto buffer de otros impactos indirectos, derivados ya sea de las actividades del proyecto. Las medidas pueden incluir uno o varios de los siguientes beneficios:

1. **Medidas preventivas.** Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
2. **Medidas de rehabilitación.** Programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto para conservar la estructura y funcionalidad del área donde se ejecutará el proyecto.
3. **Medidas de compensación.** Estas medidas no evitan la aparición del impacto ambiental, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor ambiental, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
4. **Medidas de reducción.** Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema se encontrarán entre los niveles mínimos.

A continuación, se desglosan las medidas propuestas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales que pudieran generar las actividades asociadas al proyecto.

Tabla 5. Medidas de mitigación agrupadas por la actividad y significancia

Actividad	Medida de mitigación
Cortes	1. Delimitar la superficie a afectar, sobre todo en las zonas cercanas a los lomeríos. 2. Evitar la caída de materiales al cauce de cuerpos de agua que se encuentran el área del proyecto, ya que pudiera incrementar los sólidos suspendidos y alteraciones de la dinámica hidrológica. En caso de ocurrir la caída de grandes materiales a cauces, se debe proceder a su retiro para restablecer la dinámica hidrológica. 3. Utilizar el material despalmado como base de los terraplenes. 4. Asegurar el transito libre y seguro de los pobladores locales, incluyendo vigilancia durante los días de trabajo y señalamientos suficientes en días de descanso. 5. Almacenar los materiales geológicos y edáficos removidos, para mezclarlos con residuos vegetales y finalmente disponerlos en sitios degradados o de interés ecológico. En su defecto ofrecerlos como materiales de cubierta del relleno sanitario municipal, que se ubica en la cercanía del inicio del trazo. 6. Asegurar la estabilidad de los cortes y taludes, garantizando que no habrá deslizamientos de material ni caída de rocas que puedan alterar, en el futuro, la integridad mecánica de la ladera. 7. Proteger los taludes preferentemente con una estabilidad mecánica, dada que la vegetación natural, tiene fuertes limitantes para poder establecerse y ofrecer una protección a los taludes conformados. 8. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna, sobre todo la de lento desplazamiento, como reptiles, incluyendo la reubicación de sus madrigueras o nidos, en sitios más alejados. 9. Dado que el patrón del movimiento de la fauna, se debe aplicar estrategias integrales de protección y conservación, como permitir y facilitar su movimiento a lo largo de todo el cauce, capacitando a todo el personal y comprometiéndose en la protección de la fauna. 10. Asegurar la protección de especies de interés particular, por ser endémicas o raras, estar amenazadas o requerir protección especial, y evaluar su estatus, dinámica poblacional e identificar los medios o prácticas de manejo necesarios para su conservación. 11. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. 12. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo la vegetación existente.

Actividad	Medida de mitigación
	13. Establecer acciones de protección mediante la capacitación ambiental a todos los trabajadores que incidan en esta zona, con sanciones estrictas a su incumplimiento. La empresa constructora puede elaborar un catálogo de fauna y difundirlo entre el personal trabajador y población local. 14. Solicitar a la empresa constructora que otorgue y compruebe la capacitación ambiental permanente y periódica a todo el personal integrado en estas actividades. 15. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones para evitar algún tipo de accidente. 16. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra. 17. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
Despalme del suelo	1. Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo natural removido, para ser mezclado posteriormente con residuos vegetales y reutilizado en actividades de rehabilitación ambiental, áreas verdes o revegetación. 2. Utilizar el suelo almacenado para la rehabilitación de sitios degradados, incluso en sitios alejados de la zona de obra. 3. La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, equipo pesado y vehículos, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo. 4. Evitar la caída de materiales al cauce de los cuerpos de agua presente, estableciendo un distanciamiento o una barrera física, de protección entre el área de trabajo y la zona del cauce. 5. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores. 6. Promover el almacenamiento del suelo para contar con un banco de germoplasma (semillas inertes) que serán utilizadas en la futura integración en áreas que requieran su rehabilitación o revegetación.
Nivelación y relleno	1. Asegurar la estabilidad de los taludes de los terraplenes y plataformas, combinando obras de ingeniería y la integración de vegetación, para evitar deslizamientos de material que pueda afectar la obra o integrar materiales a las corrientes hidrológicas. 2. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo pesado, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo. 3. Incluir vegetación de gramíneas y especies locales en los taludes de los terraplenes, para estabilizar los materiales. 4. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de transporte de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 5. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación, quienes primero debieron de haber recibido la capacitación ambiental en materia de protección de los recursos bióticos existentes. 6. Permitir durante todo el tiempo de obra y de forma permanente, el ahuyentamiento de la fauna. 7. Retirar todo el escombro y residuos de materiales de construcción del sito, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra. 8. Evitar la acumulación innecesaria de materiales en la cercanía de cauces hidrológicos, procediendo a su retiro, evitando la caída incidental en los cuerpos de agua. 9. Mejorar las condiciones de drenaje superficial integrando drenajes y alcantarillas en los cruces con las líneas de escorrentía, para evitar las posibilidades de producir el potencial "efecto dique" a lo largo de las zonas planas de la trayectoria del Proyecto, así como evitar que se produzcan condiciones que pueden obstaculizar la movilidad de los individuos de lento desplazamiento, como los reptiles, e incluso a los mamíferos. 10. Evitar que permanezca la compactación del suelo, realizando acciones de escarificación en sitios donde hubo mucho paso de equipo y maquinaria pesada. 11. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición directa de los residuos a cuerpo de agua.

Actividad	Medida de mitigación
Construcción de los Terraplenes	1. Realizar durante la época de sequía la construcción de terraplenes y plataformas para cruzar las corrientes hidrológicas. 2. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente. 3. Retirar todo el escombro y residuos de materiales de construcción del sito, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra. 4. Asegurar la estabilidad de los terraplenes, evitando deslizamientos de material que puedan alterar la integridad mecánica aguas debajo de los taludes del terraplén. 5. Incluir vegetación de gramíneas y especies locales en los taludes de los terraplenes a lo largo del derecho de vía. 6. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 7. Evitar las caídas y deslizamientos de materiales, que puede incidir en las obras y en los cuerpos de agua presentes, e incrementar temporalmente los sólidos en suspensión, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental. 8. Incluir obras de drenaje y subdrenaje que puedan servir como cruce de la fauna silvestre y evitar la creación de una barrera física que pudiera modificará el drenaje superficial, o fungir como barrera a la fauna silvestre. 9. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición directa de los residuos al cauce de los cuerpos de agua presentes.
Desmonte de la vegetación.	1. Eliminar la vegetación de forma manual, mediante el uso de motosierra y con un derribo direccional, siempre dirigido hacia el interior del derecho de vía, nunca utilizar maquinaría o sustancias químicas. 2. Evitar la quema de residuos vegetales o residuos domésticos en la zona de trabajo o en la cercanía. 3. la vegetación siempre de manera selectiva, iniciar con la vegetación de uso comercial y de interés para los pobladores o dueños de los predios, posteriormente retirar la vegetación restante. 4. Realizar el troceo de árboles y arbustos en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico derivado del despalme e incorporar esta mezcla en zona de interés, como áreas verdes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental. 5. Establecer un programa para la recuperación de material vegetativo y germoplasma de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, considerando las especies aprovechadas por la fauna silvestre y de interés especial. 6. Diseñar un programa de protección y propagación de especies vegetales para la protección y mejoramiento de hábitat a lo largo de la trayectoria del Proyecto, que incluya su reproducción y establecimiento en campo, para compensar el derribo de vegetación y los cortes, donde se puede integrar vegetación local. 7. Compensar la vegetación que haya sido eliminada integrando nuevos individuos en otros sitios, como áreas verdes, sitios con signos de deterioro, incluso ubicados fuera de la trayectoria del trazo o zona de obra, o en áreas que se encuentren en proceso de recuperación ecológica. 8. Favorecer la integración de la vegetación, depositando suelo y material vegetal en la superficie adyacente de las zonas de obra, partes bajas de los cortes, taludes de los terraplenes y zonas con signos de deterioro, dado que el suelo funciona como un banco de germoplasma vegetativo. 9. Realizar, al finalizar los trabajos, una campaña de revegetación con especies locales y con la población local, a todo lo largo de la zona de obra, asegurando su sobrevivencia mediante su mantenimiento respectivo. 10. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, al menos uno por cada 20 trabajadores.
Colocación de carpeta asfáltica	1. Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada y un manejo integral de los residuos peligrosos y no peligrosos, generados por su uso.

Actividad	Medida de mitigación
	2. Los vehículos de carga deben contar con la verificación federal vigente y cumplir con la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera. 3. Si las actividades se realizan durante la temporada de sequía o se propicie la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar las áreas de trabajo. 4. Los residuos de asfalto, lubricantes y aceite pueden ser reutilizados dentro del mismo asfalto requerido. En caso de que no sea posible su reutilización, deben incorporarse al programa integral de residuos peligrosos. 5. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente, como el uso de fuego para eliminar la vegetación, eliminar residuos domésticos o la cocción o calentamiento de alimentos. 6. Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo. 7. Desarrollar un programa de manejo de residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada. 8. Lo anterior incluye contar con su registro de generador de residuos peligrosos de la empresa constructora ante la SEMARNAT, así como contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo.
Obras de Drenaje y subdrenaje	1. Evitar la modificación el patrón normal de escorrentía, que puede provocar una serie de cambios en la dinámica hidrológica ("efecto dique") y afectaciones por procesos de inundación en terrenos adyacentes. 2. Integrar en las obras de drenaje y subdrenaje cruces de la fauna, con una cubierta de gramíneas en los bordes y taludes del drenaje, conformando un estrato herbáceo que proteja a la fauna menor de sus depredadores.
Compactación	1. Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. 2. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 3. Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo. 4. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación por parte de los operadores.
Manejo y disposición de residuos de obra	1. Retirar todo el escombro y residuos de materiales de construcción utilizados en el sitio, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra. 2. La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. 3. La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben cumplir con la verificación federal y la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 4. La empresa constructora debe prohibir a los conductores ocasionar afectaciones a la fauna silvestre y vegetación existente a lo largo de la zona de obra del Proyecto. 5. Durante la temporada de sequía o cuando se genere una gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo. 6. La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico. 7. Establecer límites de velocidad a vehículos pesados, sobre todo en la cercanía de la zona poblada. 8. La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en zonas poblada. 9. Se debe contar con un programa de manejo integral de estos residuos especiales, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente.

Actividad	Medida de mitigación
Transporte de población	1. Presencia humana sobre la trayectoria y por lo tanto afectaciones por la deposición clandestina y frecuente de residuos en las zonas adyacentes; son impactos permanentes, intermitentes y de baja significancia.
Manejo y disposición de residuos	1. La empresa constructora debe contar con un programa de manejo de residuos domésticos, integrado al programa integral de residuos, con bitácora, donde se especifique el lugar de almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final. Lo anterior debe incluir la colocación de contenedores en el sitio de obra y su transporte y conducción al tiradero municipal o donde lo indique la autoridad pertinente. Inclusive puede esperarse un volumen adicional producido por la población local, que aprovechara la presencia de contenedores de residuos domésticos para depositar sus residuos domiciliarios, asimismo debe indicar si se realizarán acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad. 2. La empresa constructora debe contar con su registro como generador de residuos peligrosos, así como un programa de manejo de residuos peligrosos, bitácora, sitio de almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada que dará disposición final de los residuos peligrosos.
Acarreos de material	1. La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. 2. La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben cumplir con la verificación federal y la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 3. La empresa constructora debe prohibir a los conductores ocasionar afectaciones a la fauna silvestre y vegetación existente a lo largo de la zona de obra. 4. Durante la temporada de sequía o se produce la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo. 5. Dar mantenimiento preventivo al camino de acceso al banco de materiales e incluso a la zona de obra, a fin de evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación ocasionada por la escorrentía superficial. 6. La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico. 7. Establecer límites de velocidad a vehículos pesados, sobre todo en la zona poblada. 8. La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en zonas urbanas.
Operación de maquinaria y equipo	1. Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. 2. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 3. Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo. 4. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación por parte de los operadores. 5. Aplicar acciones de reubicación de flora y fauna endémicas, que se ubiquen sobre el trazo.
Protección de taludes	1. Proteger los taludes preferentemente con repellado y presas de gaviones. 2. Asegurar la estabilidad de los cortes y taludes, garantizando que no habrá deslizamientos de material ni caída de rocas que puedan alterar, en el futuro, la integridad mecánica de la ladera. 3. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna y reubicación de sus madrigueras o nidos. 4. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones (capturas y cacería) que afecten a la fauna silvestre y vegetación existente. 5. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 20 trabajadores.
Colocación de base y subbase.	1. Programar estas actividades durante la temporada de estiaje, para evitar las avenidas de agua que obstaculizarían y pueden poner en riesgo a los trabajadores y el desarrollo de la obra.

Actividad	Medida de mitigación
	2. Evitar la caída de materiales al cauce de las corrientes hidrológicas, ya que pudiera provocar taponamientos y alteraciones de la dinámica hidrológica. 3. Realizar los trabajos, asegurando el tráfico libre y seguro de la población y visitantes que tienen la necesidad de cruzar la zona de obra, incluyendo vigilancia en días de trabajo y señalamientos suficientes en días de descanso, reforzadas con señalamientos luminosos durante la noche. 4. Evitar el "efecto dique" de la base y subbase, que pudiera provocar zonas de inundación estacional o afectar el drenaje superficial. Se debe integrar líneas de drenajes en las zonas bajas y adyacentes de la base y subbase, para evitar erosión y socavaciones de sus bases y líneas de escorrentía y simultáneamente garantizar el escurrimiento y dinámica hidrológica superficial. 5. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el promover el ahuyentamiento de la fauna y la reubicación de nidos y madrigueras. 6. Establecer prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones, por parte de los trabajadores, que afecten a la fauna silvestre y vegetación. 7. La empresa constructora debe otorgar y comprobar la capacitación ambiental permanente y periódica al personal integrado en todas estas actividades. 8. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. 9. Integrar medidas adicionales durante la temporada de lluvias, para evitar las afectaciones potenciales de ocasionales escorrentías torrenciales extremas sobre el gasto de los cuerpos de agua presente, incluyendo el conocimiento de los gastos máximos de las avenidas máximas. 10. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra. 11. Si las actividades se realizan durante la temporada de sequía o se propicie la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar las áreas de trabajo. 12. Los residuos de asfalto, lubricantes y aceite pueden ser reutilizados dentro del mismo asfalto requerido. En caso de que no sea posible su reutilización, deben incorporarse al programa integral de residuos peligrosos. 13. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente, como el uso de fuego para eliminar la vegetación, eliminar residuos domésticos o la cocción o calentamiento de alimentos. 14. Implementar campañas anuales de difusión para la prevención de incendios forestales. 15. Realizar anualmente un curso de capacitación en prevención y control de incendios para personal de las brigadas oficiales y voluntarias. 16. Diseñar e implementar un sistema de brechas cortafuego y caminos de acceso áreas críticas para el control de incendios, y establecer circuitos de patrullaje y detección. 17. Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo. 18. Desarrollar un programa de manejo de residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada. 19. Lo anterior incluye contar con su registro de generador de residuos peligrosos de la empresa constructora ante la SEMARNAT, así como contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo. 20. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores, garantizando la disposición adecuada de los residuos generados.

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS DE MONITOREO EN LA RE DEL PROYECTO

Es importante mencionar que las zonas y actividades de monitoreo serán establecidas en función de cada uno de los programas ambientales aplicados, así como de las áreas donde se establezca la infraestructura provisional para la ejecución del proyecto. Sin embargo, invariablemente los recorridos y acciones de vigilancia se deberán ejecutar sobre el área del proyecto y sus zonas de afectación.

ACTIVIDADES E INDICADORES DE SEGUIMIENTO DE IMPACTO AMBIENTAL DETERMINADOS PARA LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN DE AFECTACIONES RELEVANTES O SIGNIFICATIVAS

Los indicadores de seguimiento de impacto son de utilidad en la planeación y toma de decisiones (Donnelly *et al*., 2006; Gómez Navarro *et al.,* 2009[1]) y refieren a los parámetros que demuestran el grado de efectividad o el nivel de alerta sobre el cumplimiento de la medida que se aplique, con lo que se cuantifica y evalúa la propia medida desarrollada. De esta manera, se identifica el estado en que se encuentra cada componente respecto de las medidas aplicadas.
Un **indicador de éxito** corresponde a la evidencia que indica que la o las medidas se están cumplimento con un 80% de efectividad. De manera contraria, el **nivel de alerta** corresponde a la evidencia de incumplimiento en más del 50% de las medidas propuestas, por lo que, se requieren acciones correctivas.
Los indicadores se establecen acorde con la fuente y actividades de presión a la que se somete cada componente ambiental y que da lugar a los impactos ambientales.
A continuación, se resumen las acciones e indicadores para el monitoreo ambiental.

Tabla 6. Resumen de acciones e indicadores para el monitoreo ambiental

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	Etapa del Proyecto en que se desarrollará el Monitoreo		
				P	C	OYM
Flora	Prohibición de extracción de flora silvestre en especial aquella con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de reportes de extracción recibidos	Mensual			
		Número de ejemplares extraídos decomisados	Mensual			
	Prohibición de introducción de flora exótica	Número de reportes de introducción de flora recibidos	Mensual			
		Número de ejemplares introducidos decomisados	Mensual			
	Recorridos de prospección a lo largo del derecho de vía para ubicar las zonas de vegetación donde se encuentran ejemplares con prospecto de ser rescatados.	Número de recorridos realizados	Previo al inicio de actividades			
		Número de zonas ubicadas	Previo al inicio de actividades			
	Delimitación de áreas de desmonte	Superficie por desmontar	Previo al inicio de actividades			
	Selección de sitios para la reubicación de individuos rescatados	Número de sitos de reubicación	Previo al inicio de actividades			
		Superficie de los sitios seleccionados	Previo al inicio de actividades			
	Marcado de individuos propensos a rescate	No. de Individuos marcados	Mensual			
	Ejecución del rescate y reubicación de individuos de flora en los sitios previamente seleccionados	No. de individuos rescatados	Mensual Semestral Anual			

[1] *Donnelly, A., M. B. Jones, T. O'Mahony y G. Byrne, 2006. Selecting Environmental Indicators for Use in Strategic Environmental Assessment. Environmental Impact Assessment Review. Págs. 161 a 175.*

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	Etapa del Proyecto en que se desarrollará el Monitoreo		
				P	C	OYM
		No. de individuos reubicados	Mensual	■		
		% de individuos sobrevivientes	Mensual	■	■	
	Construcción del vivero temporal	Superficie de ocupación	Previo al inicio de acciones	■		
	Mantenimiento de vivero temporal, para el resguardo y la reproducción de plantas y plántulas.	No. de ejemplares resguardados	Mensual	■	■	
		No ejemplares propagados	Mensual	■	■	
		% de sobrevivencia en vivero por especie	Mensual	■	■	
	Selección de especies para reforestar	No. de especies de vegetación nativas de la región seleccionadas	Previo al inicio de acciones	■	■	
		No. de ejemplares por especie	Previo al inicio de acciones	■		
	Ubicación de áreas para reforestar	Total, acumulado de la superficie de áreas reforestadas	Mensual Semestral		■	
	Reforestación	Superficie reforestada	Mensual Semestral		■	
		Número de ejemplares plantados	Mensual Semestral		■	
		% de sobrevivencia	Mensual Semestral		■	
Fauna	Identificación de especies silvestres y aquellas incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de especies en la NOM	Previo al inicio de acciones	■		
	Realizar acciones para ahuyentar fauna silvestre (reptiles, aves, mamíferos pequeños y medianos) previo a las actividades de desmonte	No. de ahuyentamientos	Previo al inicio de actividades	■	■	
	Rescate de ejemplares de fauna que se reúsen a salir del área de obras	No. de individuos	Mensual	■	■	
		No. de individuos establecidos al tiempo cero	Bimestral	■	■	
	Mantenimiento de especies de fauna herida	No. de individuos sobrevivientes	Mensual y semestral	■	■	
		No. de individuos rescatados y reubicados	Mensual y semestral	■	■	
	Adecuación de las obras de drenaje para ser utilizadas como pasos	No de obras de drenaje adaptadas	Mensual y semestral		■	
		No. de especies que utilizan el paso de fauna	Semestral		■	
Suelos	Enriquecimiento de superficies con materia orgánica	Superficie de tendido	Mensual		■	
	Obras para la conservación de suelos	No. de obras instaladas	Mensual		■	
		Superficie de ocupación de las obras	Mensual		■	

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	Etapa del Proyecto en que se desarrollará el Monitoreo		
				P	C	OYM
		Volumen (m3) de suelo recuperado o conservado	Semestral			
	Escarificación del suelo en áreas de maniobras	Superficie de suelo escarificada	Mensual			
	Reincorporar la tierra movida de las áreas de ampliación al suelo natural	Superficie removida	Bimestral			
		Superficie. reincorporada	Bimestral			
	Revegetación con especies nativas para promover la infiltración	Superficie de áreas revegetadas	Mensual Semestral			
	Instalación de materiales impermeables en zonas de almacenamiento y mantenimiento de vehículos	Superficie de material impermeable colocada	Mensual			
	Remoción del suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles o aceites	Volumen (m^3) de suelo removido	Semestral			
		No. de derrames ocurridos	Mensual			
Residuos	Instalación de sanitarios portátiles	No. de sanitarios portátiles instalados	Mensual			
	Mantenimiento adecuado de sanitarios portátiles	No. de sanitarios portátiles con mantenimiento	Semanal			
	Colocación de contenedores para residuos sólidos urbanos debidamente etiquetados	No. de contenedores colocados por kilometro	Mensual			
	Disposición final de RU en sitios autorizados por el municipio	Volumen (m^3) de residuos dispuesto	Mensual			
	Instalación de contenedores para residuos peligrosos	No. de contenedores colocados por almacén	Previo al inicio de actividades			
	Instalación de almacén (es) para residuos peligrosos	No. de almacenes instalados	Previo al inicio de actividades			
	Correcta disposición de residuos peligrosos	Volumen de residuos dispuestos	Semestral			
		No. de manifiestos archivados	Semestral			
	Establecer un programa permanente de recolección de residuos en el DV	Volumen de residuos recolectados	Mensual			
Educación Ambiental y seguridad	Platicas informativas a todos los trabajadores de instrucción en temas ambientales, y conservación de recursos naturales indicando posibles sanciones, en caso de incurrir en incumplimiento	No. de trabajadores instruidos	Mensual			
		No. de tópicos impartidos	Mensual			
		No. de empleados capacitados	Bimestral			
	Señalización adecuada que indique cuidados a la biodiversidad	No. de señalamientos colocados por superficie del proyecto	Mensual			
	Señalización para control de velocidad	No. de señalamientos colocados por superficie del proyecto	Mensual			
	El movimiento de materiales y maquinaria se llevará a cabo en horarios programados (evitar actividades nocturnas)	ND	Diariamente			
	Proporcionar EPP a los empleados	No. de empleados equipados	Mensual			
		No. de registros mantenidos	Mensual			

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	Etapa del Proyecto en que se desarrollará el Monitoreo		
				P	C	OYM
	Instalación de botiquines de primeros auxilios	No. de botiquines instalados por frente de trabajo	Previo al inicio de actividades			
		Cantidad de suplementos médicos repuestos	Mensual			
	Salud laboral	No. de accidentes o incidentes de trabajo reportados	Mensual			
	Instalación de iluminación localizada en áreas de instalaciones temporales	Número de luminarias instaladas	Previo al inicio de actividades			
		Número de recambio de luminarias	Mensual			
Aire (calidad)	Mantenimiento de maquinaria	No. de certificados de verificación de vehículos y maquinaria	Semestral			
		No de reportes de mantenimiento emitidos	Mensual			
	Medición de emisiones de ruido	No. de registros de decibeles	Semestral			
		No. de equipos que rebasan 86 dB	Semestral			
	Riego de terracerías con agua tratada	Superficie de Riego	Mensual			
		Volumen de agua tratada utilizada	Mensual			
Agua	Medición de parámetros fisicoquímicos	Parámetros fisicoquímicos de oxígeno disuelto (superiores a 4 %), fósforo total (menor a 0.4mg/l PO4), y pH (entre 6 y 9).	Antes, durante y después de las actividades constructivas			
	Evitar exceso de carga en vehículos de acarreo	Volumen dispuesto por unidad de acarreo	Mensual			
	Prohibir el apilamiento de materiales sobre corrientes de agua o áreas aledañas	Superficie obstruida con materiales	Bimestral			

P= Etapa de preparación del sitio
C= Etapa de construcción
DYL=Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza del sitio
OYM= Operación y mantenimiento

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

PROCEDIMIENTOS PARA MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y LA EJECUCIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS EMERGENTES EN LA RE DEL PROYECTO

IX.1. Seguimiento y criterios de evaluación para la vigilancia del manejo de residuos (aguas residuales, residuos de manejo especial, residuos peligrosos)

Objetivos:

- Disminuir el riesgo de contaminación de suelo, agua y ecosistemas por residuos líquidos, sólidos y peligrosos.
- Evaluar la efectividad del manejo de los residuos comunes, de manejo especial, y peligrosos.
- Verificar mediante el monitoreo la adecuación de las zonas destinadas para el depósito de los residuos de obra y peligrosos.
- Monitorear las actividades de delimitación, desmonte, despalme, excavaciones y de manejo de residuos vegetales.

Etapa de aplicación:

- Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Impactos manejados:

- Potencial contaminación del aire, agua, suelo y paisaje.
- Alteración de hábitats de especies.

Medidas de manejo del impacto:

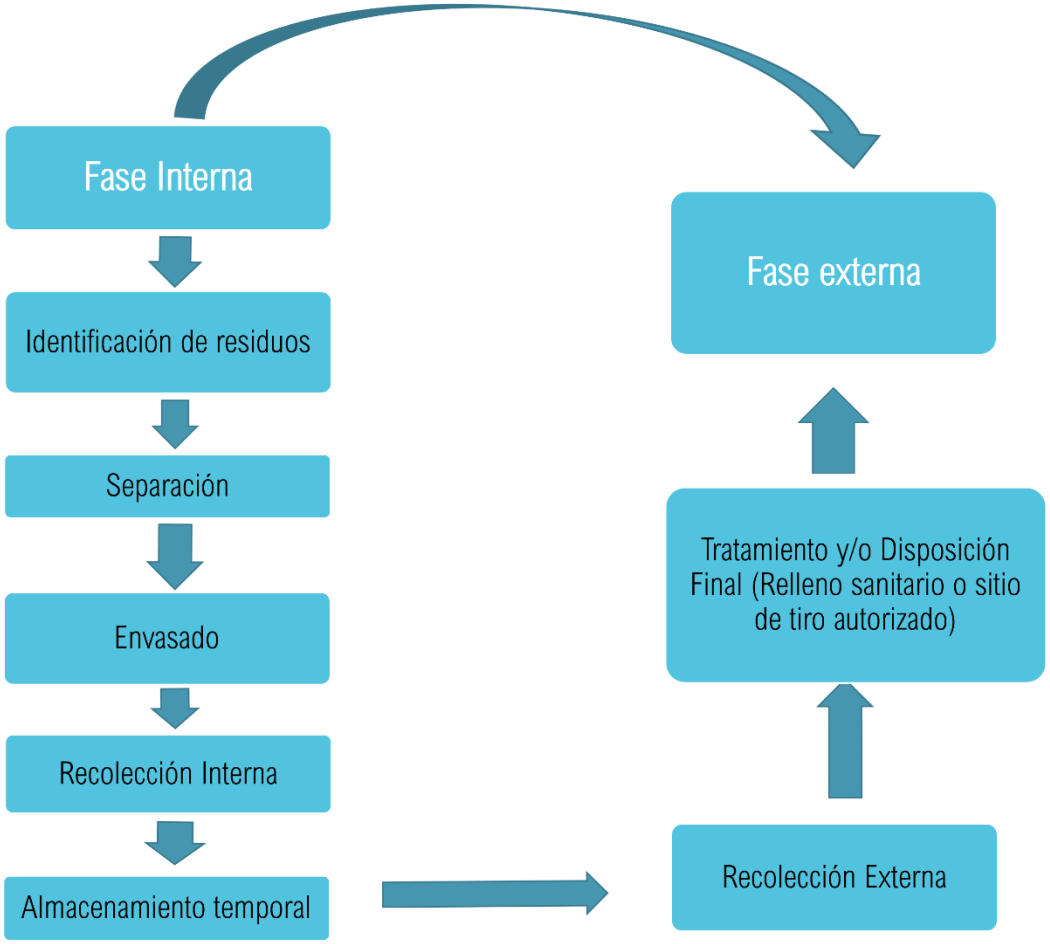
Las medidas de manejo consideradas para este impacto corresponden a la gestión integral de los residuos sólido, de manejo especial y peligrosos, que incluye medidas en todas las etapas, desde la separación en la fuente, el almacenamiento y presentación, la recolección y el transporte y la disposición final. La gestión integral de residuos sólidos desarrolla manejos específicos para cada tipo de residuo generado durante la construcción y operación del proyecto: residuos sólidos convencionales, residuos sólidos de construcción y peligrosos.

Los diferentes tipos de residuos sólidos que se prevé que serán generados durante los procesos constructivos y operativos del proyecto, deberán ser identificados, separados y colocados en los contendores con su respectiva etiqueta lo cual posibilitará su separación.

Posteriormente se dará un manejo diferenciado de los mismos, que dependerá de los tipos de desechos, fuentes generadoras, mecanismos previstos de recolección, confinamiento y disposición final.

Dentro del subprograma se han considerado actividades de separación de residuos para reciclaje, por lo que se ubicarán contenedores para la recolección de cuando menos: plásticos, vidrios, aluminio, papel y cartón y deberán identificarse por medio de un color y/o estar debidamente señalados. El proceso para el monitoreo y seguimiento de un adecuado manejo de residuos se muestra en la siguiente figura.

Imagen 7. Proceso de manejo de residuos



Medidas de supervisión y vigilancia:

- Se construirá un almacén, fuera del área del proyecto, para resguardar de manera provisional algunas sustancias que por su naturaleza pueden ser catalogadas como peligrosas.
- Establecer recipientes para el almacenamiento de residuos que puedan considerarse tóxicos como solventes y aceites usados, así como estopas, mismos que serán registrados en una bitácora y entregados a empresas registradas ante la SEMARNAT, para su manejo, tratamiento y disposición final.
- Se aplicará y vigilará el cumplimiento de un plan de separación de residuos sólidos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.
- Se garantizará que no existirán restos de materiales producto de las excavaciones y rellenos, o bien de restos de construcción, a fin de eliminar el riesgo de degradación.
- Se dispondrá de medidas para que los materiales sobrantes se transporten a empresas especializadas y autorizadas para su reutilización, y con ello reducir cualquier efecto negativo.
- En la operación se aplicará una vigilancia estricta sobre el manejo de residuos.

Responsable:

- Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

- Se vigilará diariamente durante todas las fases y se emitirán reportes mensuales y semestrales.

Duración de aplicación:

- Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde a la etapa de preparación y construcción de la obra.

Documentos de cumplimiento:

- Contratos de servicios.
- Autorización de la empresa prestadora de servicios.
- Comprobante de autorizaciones
- Bitácoras de registro.
- Manifiesto de disposición.

Evidencia de ejecución:

- Reportes fotográficos.
- Comprobantes de recibo de residuos por las empresas.
- Bitácoras de registro.

Indicadores:

- Las variables por medir periódicamente serán:
- Peso y volumen de residuos sólidos comunes y peligrosos especiales producidos en el tiempo.
- Peso y volumen de residuos sólidos comunes aprovechados en el tiempo.
- Peso y volumen de residuos de construcción y peligrosos en el tiempo entregados a un gestor externo debidamente autorizado.
- Número de derrames atendidos.
- Número de sanitarios portátiles y número de recambios de estos.
- Inventario mensual y semestral de las disposiciones adecuadas de los residuos.

Los análisis incluirán la evaluación de la permanencia de los residuos en los sitios previstos para el almacenamiento temporal en relación con el tiempo máximo previsto de permanencia. Los volúmenes y pesos de los residuos sólidos aprovechados en relación con los almacenados reciclables o reutilizables.

Los análisis de los anteriores indicadores permitirán establecer la efectividad en el manejo de los residuos sólidos a partir de los balances que resulten de estos indicadores, confrontados con el diseño de las medidas.

Sitios de vigilancia y monitoreo:

- El monitoreo de residuos de manejo especial o de sobrantes de obra se realizará en todas las áreas de depósito localizadas, previstas para el material sobrante de excavaciones de las obras principales y secundarias.
- El monitoreo de residuos sólidos debe realizarse en cada uno de los sitios en donde se realizará el almacenamiento temporal.
- El monitoreo de residuos peligrosos se realizará en los sitios habilitados para su almacenamiento temporal, así como sobre las rutas preestablecidas para su transporte dentro de las zonas de construcción.

Tabla 7. Bitácora manejo ambiental de monitoreo de residuos sólidos, comunes y peligrosos

FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL No				
PROYECTO				
MEDIDA	**MONITOREO DE RESIDUOS SÓLIDOS COMUNES Y PELIGROSOS**			
Datos del Supervisor Ambiental				
FECHA Y HORA				
TIPO DE RESIDUO (APROVECHABLE, NO APROVECHABLE, PELIGROSO)				
Volúmenes o pesos generados				
Sitio de donde proviene				
OBSERVACIONES RELACIONADAS CON EL ESTADO				
Datos de la empresa gestora				
Responsable de la recolección.				
Numero de manifiesto (Para RP)				
OTROS				

IX.2. Seguimiento y criterios de evaluación de la vigilancia para la protección de cuerpos hídricos

Objetivos:

- Verificar la implementación de las medidas de mitigación propuestas para evitar la contaminación de escurrimientos.
- Evaluar y garantizar la ejecución de las medidas propuestas para la reforestación con vegetación nativa.
- Verificar que los patrones y flujos de escurrimientos no se vean modificados.
- Evaluar la calidad del agua de los escurrimientos que interactúen con el proyecto.

Etapa de aplicación:

- Preparación del sitio y construcción.
- Que el sitio de reubicación del suelo cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación antrópica, ante el depósito clandestino de residuos sólidos o sustancias contaminantes.

Responsable:

- Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

- Se vigilará durante las fases de preparación y construcción y se reportará cada 6 meses y un reporte final.
- Impactos manejados:
- Contaminación de corrientes superficiales y subterráneas.
- Alteración de hábitats de comunidades hidrobiológicas.
- Modificación de flujos superficiales.

Medidas de manejo del impacto:

Las medidas de manejo de los impactos potenciales incluyen las acciones preventivas para evitar la caída de materiales o cualquier otro tipo de desecho sobre la zona de los escurrimientos, la implementación de medidas estrictas para evitar el vertido de desechos sólidos y líquidos, o de cualquier tipo en el curso de agua y en terrenos circundantes, complementadas con otras medidas preventivas.

Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para rescate y reubicación de la capa edáfica superficial hasta el final de la etapa de construcción para la adecuación de obras de drenaje. Se recomienda se ubique aguas arriba de la zona de la obra, para ser utilizado posteriormente para la reforestación.

Medidas de vigilancia y supervisión:

Consiste en la vigilancia periódica de los sitios de apilamiento de materiales, vigilando que nunca existan materiales obstruyendo cauces o avenidas hidrológicas.

De igual forma se deberán llevar a cabo mediciones periódicas de parámetros físicos y químicos indicadores de la calidad del agua, concentración de sedimentos, antes y después de la obra, y la evaluación de las acciones de reforestación en los márgenes de los cuerpos.

Periodicidad:

Se vigilará durante las fases de preparación y construcción y se reportará cada 6 meses y un reporte final. Los monitoreos de los parámetros fisicoquímicos se realizarán antes, durante y después de la obra, acorde con la programación de tiempos de construcción. Además, se realizará un control visual diario para evitar actividades contaminantes sobre los flujos de agua. Se deberán mantener registros documentales semanales y mensuales de la colocación de obras de drenajes y del ingreso de maquinaria a las zonas con escorrentías o cauces.

Documentos de cumplimiento:

- Bitácoras de registro.

Evidencia de ejecución:

- Reportes fotográficos.
- Bitácoras de registros.

Indicadores:

- Parámetros fisicoquímicos de oxígeno disuelto (superiores a 4%), fósforo total (menor a 0.4 mg/l PO4), y pH (entre 6 y 9).
- Número de flujos ininterrumpidos.

- Número de obras de drenaje.
- Número de derrames en cuerpos de agua.

Informes y reportes:

Semestralmente se elaborará un informe que recoja los resultados del semestre y en donde se presenten las recomendaciones y ajustes que se requieran en caso de que los resultados no correspondan con los objetivos y las metas de las medidas.

Tabla 8. Ficha técnica de manejo ambiental de monitoreo de la protección del escurrimiento

FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL No				
PROYECTO				
MEDIDA	**MONITOREO DE VERTIMIENTOS**			
Datos del Supervisor Ambiental				
FECHA Y HORA				
Ubicación (coordenadas UTM)				
ETAPA DEL PROYECTO				
DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES PREVENTIVAS PARA EVITAR LA CAÍDA DE MATERIALES.				
ACCIONES EN CASO DE DERRAMES O VERTIMIENTOS DE SUSTANCIAS LÍQUIDAS				
CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTOS EN EL RÍO AGUAS ABAJO				
OBSERVACIONES RELACIONADAS CON EL ESTADO DE LA ZONA DEL ESCURRIMIENTO				
Otras acciones relacionadas con los Programas de protección de flora, fauna y suelos.				
Responsable de las acciones				
OTROS				

IX.3. Seguimiento y criterios de evaluación del monitoreo de emisiones a la atmósfera

Objetivos:

- Evaluar los cambios de calidad del aire en términos de material particulado, gases y niveles de ruido para identificar los cambios producidos o no por la ejecución del proyecto y la efectividad de las medidas de manejo ambiental implementadas.
- Realizar monitoreos de calidad de aire de material particulado y gases en el área de influencia directa del proyecto.
- Evaluar la efectividad de manejo técnico-mecánico de vehículos y equipo, para controlar las emisiones de material particulado, gases y ruido.

Impactos manejados:

- Alteración de la calidad del aire.

Medidas de manejo:

Las medidas de manejo de los impactos potenciales incluyen la humectación periódica de terrenos sin pavimentar, patios de maniobras y pilas de material en concreto.

- Verificar diariamente que las especificaciones de acopio y transporte de materiales para evitar emisiones de material particulado a la atmósfera se cumplan.
- Establecer controles en la velocidad de tránsito en las vías del proyecto, ejecutar un programa de mantenimiento para que los vehículos vinculados al proyecto cumplan con los parámetros de la normatividad local y obtengan el certificado de cumplimiento mediante la verificación pertinente.

Medidas de vigilancia y supervisión:

- Se deberá vigilar que los vehículos que transporten materiales estén cubiertos con lonas o plásticos para evitar la caída de materiales y polvos.
- Se prohibirá que los trabajadores realicen fogatas para calentarse o cocinar sus alimentos.
- Se vigilará la separación de residuos sólidos y se verificará que aquellos que consistan en restos de alimentos sean recolectado a la brevedad, debiéndose almacenar correctamente de manera temporal, para evitar la aparición de fauna nociva y malos olores.
- El supervisor ambiental debe vigilar y exigir que todos los vehículos estén afinados y cuenten con la verificación vehicular y de tener los documentos y matrícula de vehículos debidamente registrados.

Periodicidad:

- Se vigilará durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto (y durante la etapa de abandono del sitio en caso de que se presente).

Documentos de cumplimiento:

- Certificados de verificación vehicular.

Evidencia de ejecución:

- Bitácoras de mantenimiento a los vehículos.
- Reportes fotográficos.

Indicadores:

- Límites permitidos establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- Límites permitidos establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- Límites permitidos establecidos en la NOM-085-SEMARNAT-2011, contaminación atmosférica. Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

Los indicadores ambientales, expresarán el cumplimiento o no de la norma en las diferentes áreas monitoreadas, y por lo tanto permitirán establecer la efectividad de las medidas de manejo ambiental durante la ejecución de la construcción de este.

Sitios de monitoreo:

La definición de los puntos de monitoreo de ruido se realizará teniendo la localización de las obras de construcción del proyecto y la presencia de población en el área de influencia directa.

En el caso de los monitoreos de los niveles de emisiones de contaminantes estos se realizarán tanto en los sitios de operación como en los sitios asignados como talleres de mantenimiento internos o externos.

Frecuencia de monitoreo:

Los monitoreos de calidad de aire se realizarán simultáneamente en los puntos establecidos, de manera semestral, durante el periodo de construcción del proyecto, con registros continuos de 12 horas en cada punto de muestro. Los monitoreos de ruido se realizarán durante dos días, por un periodo de 24 horas. Este plan de seguimiento y monitoreo deberá tener la misma duración de la construcción del proyecto.

Informes y reportes:

Se deben elaborar informes bimestrales de calidad de aire y ruido, para evidenciar el cumplimiento o no de la normatividad ambiental. Los reportes semestrales incluirán el comportamiento histórico de los resultados obtenidos en los monitoreos previos. Los reportes, además de concluir acerca del cumplimiento o no de las normas de calidad de aire y ruido, deberán presentar los certificados de calibración de los equipos utilizados en campo, la descripción de los puntos de monitoreo, los formatos utilizados en campo, el registro fotográfico y una descripción de los inconvenientes que hayan podido presentarse durante la ejecución de los trabajos.

Tabla 9. Bitácora de manejo ambiental de monitoreo del componente atmosférico

FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL No				
PROYECTO				
MEDIDA	**MONITOREO DEL COMPONENTE ATMOSFÉRICO**			
Datos del Supervisor Ambiental				
FECHA Y HORA				
Ubicación (coordenadas UTM)				
ETAPA DEL PROYECTO				
CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO Y GASES.				
MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL.				
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA REVISIÓN TÉCNICO MECÁNICA DE TODOS LOS VEHÍCULOS Y MAQUINARIA.				
Inconvenientes que hayan podido presentarse durante la ejecución de los trabajos.				
Se cumplió con la normatividad vigente.				
Responsable de obras				
OTRAS OBSERVACIONES				

IX.4. Seguimiento y criterios de vigilancia para las acciones de rescate y reubicación de especies de fauna

Objetivos:

- Proteger y cuidar a ejemplares de especies de fauna afectados por las obras de preparación de sitio y construcción al proyecto, generando condiciones para restaurar las condiciones típicas del ecosistema.
- Mantener la diversidad faunística de la región.
- Proteger y conservar las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran verse afectados por las actividades del proyecto.
- Evaluar la eficacia de las acciones de rescate y reubicación de fauna.

Impactos manejados:

- Pérdida de hábitats, muerte y migración de fauna.

Responsable:

- Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

- Se vigilará durante las fases de preparación y construcción y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

Medidas de manejo del impacto:

Para el manejo de este impacto se considerarán los programas de manejo de los componentes vegetación y fauna, así como los programas de reforestación y restauración, y conservación de suelos. Se establecerán zonas de liberación de los ejemplares rescatados, las cuales tengan las condiciones óptimas para la supervivencia de los individuos liberados. Informar y capacitar a todo el personal sobre las técnicas de ahuyentamiento y reportará cualquier hallazgo de ejemplares de fauna silvestre para darle el manejo adecuado.

Medidas de vigilancia y supervisión:

- Efectuar el desplazamiento de fauna silvestre en la zona de los trabajos y áreas adyacentes.
- Activar el procedimiento de rescate de flora y métodos de rescate de fauna de especies susceptibles.
- Colecta, captura e identificación de los individuos, que incluye mediciones morfométricas.
- La obtención de germoplasma para la propagación vegetativa de especies protegidas.
- Traslado y reubicación de las especies rescatadas a un área ecológicamente similar, las características que los sitios deben poseer para asegurar el éxito del rescate son:
    - Que el sitio destino presente condiciones y recursos adecuados para la sobrevivencia y desarrollo de los ejemplares reubicados.
    - Que el sitio se encuentre a una distancia lo más cercana posible para disminuir el estrés de los organismos a relocalizar.
    - Que el sitio de reubicación cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación de los ejemplares o que puedan poner en riesgo a las personas, cuando se trata de especies venenosas (ej. serpientes) o que entran en conflicto con el humano.

Sitios de vigilancia:

Los muestreos para verificar el éxito de los ahuyentamientos y reubicación de ejemplares capturados se realizarán en las zonas de construcción y aledañas, así como en los sitios de liberación respectivamente.

Documentos probatorios relevantes:

- Registros de los recorridos y rescates realizados.

Indicadores:

- Densidad de individuos de especies de fauna terrestre indicadoras de calidad de hábitat en la franja del proyecto.
- Número de los individuos capturados y trasladados, así como de los avistamientos durante las actividades de ahuyentamiento y rescate.
- Número de atenciones a ejemplares heridos.

Evidencia de ejecución:

- Material fotográfico.
- Bitácoras de registros.

Tabla 10. Ficha técnica de manejo ambiental del programa de acciones de rescate y reubicación de especies de fauna silvestre

FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL No.			
PROYECTO			
PROGRAMA	**ACCIONES DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE**		
Tipo de Medida	Mitigación		
Componente que proteger	Fauna		
Datos del Supervisor Ambiental			
Especie			
FECHA Y HORA DE COLECTA			
Hábitat donde fue colectado (coordenadas UTM, caracterización general).			
Medida de ahuyentamiento utilizada o Técnica de captura manejo y traslado.			
Hábitat donde se reubicará (ubicación, caracterización general).			
Se corroboró la presencia de la especie en el sitio de reubicación.			
DATOS ADICIONALES			
Datos del responsable y equipo técnico.			
EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y DESARROLLO			
Indicador 1			

IX.5. Seguimiento y criterios de evaluación para la vigilancia de acciones de rescate y reubicación de flora

Objetivos:

- Verificar el desarrollo y ejecución de las acciones de rescate y reubicación de especies de flora.

Impactos manejados:

- Pérdida de hábitats, pérdida de cobertura y diversidad vegetal.

Responsable:

- Contratista y supervisor ambiental.

Medidas de manejo del impacto ambiental:

Para el manejo de este impacto se considerarán acciones de manejo de los componentes vegetación y fauna, de reforestación y restauración, y el plan para la protección y conservación de suelos. Marcar el área de impacto directo antes de realizar la tala, de tal manera que se garantice que el área a talar sea exactamente la necesaria para realizar las obras propuestas.

Medidas de seguimiento y monitoreo:

Se verificará que las metodologías propuestas se desarrollen de manera adecuada.

Con el fin de evaluar el desempeño de las acciones de reforestación, se llevará a cabo el seguimiento de dos importantes indicadores; sobrevivencia y crecimiento de la vegetación reubicada, evaluación de la sobrevivencia y el crecimiento de los ejemplares plantados.

El plan de monitoreo para constatar la sobrevivencia del 85% de los individuos, consistirá en la revisión de cada uno de los ejemplares o plántulas, se llevará a cabo un monitoreo periódico durante la totalidad del tiempo que dure el proyecto.

- Identificar y delimitar áreas a reforestar.
- Determinar especies y cantidad de plantas a utilizar.
- Obtener material vegetativo (producción de planta en vivero y propagación vegetativa).
- Preparación y protección del terreno.
- Transporte de plantas.
- Plantación.
- Mantenimiento de la plantación.

Sitios de vigilancia:

El monitoreo se realizará en los sitios donde se establecieron las plantaciones.

Periodicidad:

- Se vigilará durante las fases de construcción y operación y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

Documentos probatorios relevantes:

- Registros de la plantación.
- Facturas de la compra de plantas.
- Fichas de especies plantadas.

Evidencia de ejecución:

- Reporte fotográfico.

Indicadores:

- Superficie (ha).
- Ejemplares plantados en la reintroducción (plantas muertas y vivas).
- Supervivencia (%). Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, en base al porcentaje de árboles que subsistieron al trasplante. Se realiza un censo un año después del trasplante, verificando de manera directa el estado que guarda la reforestación.
- Calidad de la planta (vigor).
- Adaptación (el grado en que la especie plantada es adecuada al sitio).
- Umbrales de alerta: Mortandad de plántulas en un 5%.
- Umbra inadmisible: Mortandad de plántulas en un 21%

Frecuencia:

A continuación, se presenta la frecuencia de monitoreo:

Tabla 11. Seguimiento de las acciones de reforestación

Frecuencia	Tipo	Duración
Mensual	Cuantitativo y Cualitativo	6 meses

Se elaborarán los monitoreos de acuerdo con la tabla anterior y se entregarán informes semestrales y el informe final.

Tabla 12. Bitácora para el registro de los datos en la etapa de monitoreo y seguimiento de las actividades de reforestación

No. Progresivo	Nombre común	Nombre científico	Condición	Daño	Daño (%)	Altura total (m)	Vigor

IX.6. Seguimiento y criterios de evaluación para la vigilancia de obras para la conservación y restauración de suelos

Objetivos:

- Verificación del cumplimiento de las estrategias para el programa de Conservación de Suelos y el programa de Contingencias para la Protección de Suelos.
- Evaluar la efectividad de las medidas para el control de la contaminación del suelo mediante la colocación de mantas, charolas, etc.
- Verificar el aporte a la problemática de la erosión.

Responsable:

- Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

- Se vigilará durante todas las fases.

Impactos manejados:

- Pérdida de hábitats, pérdida de la fertilidad de los suelos y contaminación.

Medidas de manejos del impacto:

Reutilizar el suelo como material de arrope, relleno y nivelación, ya que se trata de horizontes fértiles y limpios. Almacenar el material edáfico e integrarlo a programas de rehabilitación ambiental o diseño de áreas verdes, o material de cubierta de rellenos sanitario. Proteger o cubrir los taludes de los caminos y áreas de acceso, para evitar erosión (será necesario adecuar un área para el almacenamiento temporal del suelo extraído). Al término del uso de las instalaciones, escarificar el sitio y agregar suelo vegetal y permitir la integración de vegetación.

Medidas de seguimiento y monitoreo:

Las actividades de vigilancia deberán realizarse por personal especializado como Ingeniero Ambiental e Ingeniero Civil (y ayudantes), que puedan corroborar en campo la colocación y funcionamiento de las medidas y en su caso hacer las debidas aportaciones que eviten la afectación del sitio.

Se vigilará que las zonas de acopio sean las apropiadas: zonas de mínima pendiente, protegidas de riesgos de deslizamiento, de inundación y de arrastres por efecto de la lluvia, y protegidas de zonas de paso de maquinaria, tal como se especifica en las correspondientes medidas correctoras. De igual modo, se controlará el cumplimiento de las características morfológicas y de conservación de los acopios de tierra vegetal, vigilando especialmente que no se produzcan fenómenos de erosión.

Se comprobará visualmente y se levantará un reporte documental bimestral la correcta gestión de estériles de los movimientos de tierra, para evitar riesgos geomorfológicos, arrastres de materiales, huecos, etc., de tal forma que hayan quedado correctamente extendidos en la misma zona de extracción y no se generen vertederos ni huecos en cada zona de actuación.

Sitios de monitoreo:

El monitoreo se centra en el área específica de construcción, terrenos de ocupación temporal, así como sitios restaurados dentro de las zonas que se vean afectadas por el proyecto.

Evidencia de ejecución:

- Reporte fotográfico.

Indicadores:

- m^3 de suelo rescatado.
- m^3 de material vegetativo triturado y esparcido.
- Superficie de des compactación.
- Superficie de enriquecimiento del suelo con materia orgánica.
- Calidad de las superficies enriquecidas y des compactadas, del volumen rescatado mediante la medición de:
- Textura del suelo. Porcentaje de arena, limo y arcilla.
- Densidad aparente. Densidad (g/cm^3).
- Profundidad del suelo. Profundidad (cm).
- Estabilidad de agregados. Porcentaje de estabilidad.
- Infiltración. Velocidad (mm/h).
- Materia orgánica. Porcentaje de materia orgánica.
- pH. De 0 a 7.

Frecuencia de monitoreo:

A continuación, se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento a las acciones.

Tabla 13. Seguimiento suelos

Reporte	Frecuencia	Tipo
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo
Final	A los 2.5 años y a los 5	Cuantitativo y Cualitativo

Informes y reportes:

Para dar un seguimiento de las acciones y medidas que se realicen en este programa, y en particular para las medidas de acciones emergentes, se elaborarán informes, los cuales serán presentados en las Delegaciones de la PROFEPA en el estado correspondiente; con una periodicidad semestral durante la etapa de construcción de las obras; el primer informe será presentado un mes posterior al inicio de las actividades de preparación del sitio del Proyecto, y con una periodicidad anual de 5 años a partir de la fecha de conclusión de la etapa de construcción, tomando como base las fechas de inicio y conclusión del Proyecto.

Tabla 14. Ficha técnica de manejo ambiental de obras para conservación de suelos

FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL No.	
PROYECTO	
PROGRAMA	OBRAS PARA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUELOS
Tipo de Medida	Mitigación, Compensación
Componente del ambiente a proteger	Suelo, flora, escurrimientos
Coordenadas UTM del sitio sujeto a medidas de conservación y restauración.	
FECHA	
Indicar las acciones y medidas de protección de suelos (en zona de obras)	
Técnicas aplicadas	▪ Sistema de zanja–bordo (cordones de nivel) ▪ Zanja de infiltración (Zanjas Trinchera.). ▪ Canales de desagüe ▪ Control de Cárcavas ▪ Cabeceo de Cárcavas ▪ Presas de Control de azolves ▪ Cerca viva de especies ▪ Enriquecimiento del suelo con materia orgánica, etc.
Técnicas para la preparación de suelos para la reforestación	▪ Suelos compactados ▪ Rocosidad ▪ Maleza ▪ Deficiencias nutricionales, etc.
DATOS DE PLANTACIÓN Y ESPECIES	
DATOS ADICIONALES	
Datos del coordinador y equipo técnico.	
EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y DESARROLLO	

FICHA TÉCNICA DE MANEJO AMBIENTAL No.	
Indicador 1	
Indicador 2	
OBSERVACIONES	

IX.7. Seguimiento y criterios de evaluación para la vigilancia de las acciones de educación ambiental

Objetivos:

- Verificar que los trabajadores que ejecuten las actividades constructivas reciban los conocimientos necesarios para cumplir con las medidas de mitigación propuestas.
- Asegurarse de que se cumplen con las normas de seguridad, higiene y medio ambiente.
- Disminuir los riesgos laborales e impactos ambientales.

Responsable:

- Contratista y supervisor ambiental.

Impactos manejados:

Contaminación ambiental (agua, suelo y aire), pérdida de hábitats, disminución de biodiversidad.

Medidas de manejo del impacto:

Se implementarán pláticas destinadas a todos los trabajadores de la obra. Estas se realizarán por parte de un grupo de especialistas que dirijan la información hacia una forma de trabajo sustentable, donde destaque el cuidado de los recursos naturales manejo de residuos, etc. Deben destacar criterios de conservación y respecto de los recursos naturales florísticos y faunísticos, cuidado del agua para su uso y protección; restricciones dentro de la obra, etc. Colocación de la señalética informativa, preventiva y normativa en cuanto a seguridad, higiene y medio ambiente.

Medidas de seguimiento y monitoreo:

Se verificará que las metodologías propuestas se desarrollen de manera adecuada.

Con el fin de evaluar el desempeño de las acciones de capacitación, se llevará a cabo el seguimiento los indicadores importantes; número de empleados capacitados, número de tópicos impartidos y número de letreros colocados.

Sitios de monitoreo:

Las pláticas deberán realizarse en las zonas de trabajo y se deberán resguardar listas de asistencia, así como evidencia fotográfica.

Documentos probatorios relevantes:

- Registros de asistencia.
- Material didáctico de apoyo (trípticos).

Evidencia de ejecución:

- Reporte fotográfico.
- Bitácoras de asistencia firmadas por los empleados.

Frecuencia:

Las pláticas y capacitaciones en materia de seguridad, higiene y medio ambiente se realizarán al menos una vez por mes a todos los empleados y frentes de trabajo.

Tabla 15. Bitácora para el registro de capacitaciones

Fecha:		Nombre del curso	
Nombre	Cuadrilla	Numero de empleado	Firma

Informes y reportes

Se deberán mantener registros mensuales, así como evidencias documentales de la impartición de las pláticas y colocación de letreros, las evidencias deberán integrarse de forma semestral a los informes de seguimiento solicitados por SEMARNAT.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LOS INDICADORES DE SEGUIMIENTO DE IMPACTO AMBIENTAL, EN SU CASO VALORES PERMISIBLES Y UMBRALES DE ALARMA

La Evaluación de Desempeño Ambiental debe ser apropiada para las características del proyecto, y debe resultar en cumplimiento con las condiciones emitidas por la autoridad en el respectivo resolutivo en materia de impacto ambiental.

Los elementos clave que componen la Evaluación del Desempeño Ambiental son las siguientes:

- Selección de indicadores.
- Recopilación y análisis de datos.
- Evaluación de información comparada con los criterios de desempeño ambiental.
- Elaboración de informes y comunicaciones.

Es decir, el cumplimiento del desempeño ambiental estará en función del mantenimiento periódico de cada uno de los elementos mencionados.

X.1. Evaluación para los indicadores de seguimiento de impacto ambiental

Para realizar la evaluación de cumplimiento, debemos tener claros dos conceptos básicos:

- **Conformidad:** Que hace referencia al cumplimiento de un requisito o ejecución de la acción prevista.
- **No conformidad:** Incumplimiento de un requisito o no ejecutar la acción de seguimiento prevista.

Para conocer si un requisito o actividad está en cumplimiento se aplicará la siguiente lista de verificación.

Tabla 16. Bitácora para la evaluación de cumplimiento

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	¿Se Realizó?		% Cumplimiento
				SI	NO	
Flora	Prohibición de extracción de flora silvestre en especial aquella con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de reportes de extracción recibidos	Mensual			
		Número de ejemplares extraídos decomisados	Mensual			
	Prohibición de introducción de flora exótica	Número de reportes de introducción de flora recibidos	Mensual			
		Número de ejemplares introducidos decomisados	Mensual			
	Recorridos de prospección a lo largo del derecho de vía para ubicar las zonas de vegetación donde se encuentran ejemplares con prospecto de ser rescatados.	Número de recorridos realizados	Previo al inicio de actividades			
		Número de zonas ubicadas	Previo al inicio de actividades			
	Delimitación de áreas de desmonte	Superficie por desmontar	Previo al inicio de actividades			
	Selección de sitios para la reubicación de individuos rescatados	Número de sitos de reubicación	Previo al inicio de actividades			
		Superficie de los sitios seleccionados	Previo al inicio de actividades			
	Marcado de individuos propensos a rescate	No. de Individuos marcados	Mensual			
	Ejecución del rescate y reubicación de individuos de flora en los sitios previamente seleccionados	No. de individuos rescatados	Mensual			
			Semestral			
			Anual			
		No. de individuos reubicados	Mensual			
		% de individuos sobrevivientes	Mensual			
	Construcción del vivero temporal	Superficie de ocupación	Previo al inicio de acciones			
	Mantenimiento de vivero temporal, para el resguardo y la reproducción de plantas y plántulas.	No. de ejemplares resguardados	Mensual			
		No ejemplares propagados	Mensual			
		% de sobrevivencia en vivero por especie	Mensual			
	Selección de especies para reforestar	No. de especies de vegetación nativas de la región seleccionadas	Previo al inicio de acciones			
		No. de ejemplares por especie	Previo al inicio de acciones			
	Ubicación de áreas para reforestar	Total, acumulado de la superficie de áreas reforestadas	Mensual			
			Semestral			
	Reforestación	Superficie reforestada	Mensual			
			Semestral			
		Número de ejemplares plantados	Mensual			
			Semestral			

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	¿Se Realizó?		% Cumplimiento
				SI	NO	
		% de sobrevivencia	Mensual			
			Semestral			
Fauna	Identificación de especies silvestres y aquellas incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de especies en la NOM	Previo al inicio de acciones			
	Realizar acciones para ahuyentar fauna silvestre (reptiles, aves, mamíferos pequeños y medianos) previo a las actividades de desmonte	No. de ahuyentamientos	Previo al inicio de actividades			
	Rescate de ejemplares de fauna que se reúsen a salir del área de obras	No. de individuos	Mensual			
		No. de individuos establecidos al tiempo cero	Bimestral			
	Mantenimiento de especies de fauna herida	No. de individuos sobrevivientes	Mensual y semestral			
		No. de individuos rescatados y reubicados	Mensual y semestral			
	Adecuación de las obras de drenaje para ser utilizadas como pasos	No de obras de drenaje adaptadas	Mensual y semestral			
		No. de especies que utilizan el paso de fauna	Semestral			
Suelos	Enriquecimiento de superficies con materia orgánica	Superficie de tendido	Mensual			
	Obras para la conservación de suelos	No. de obras instaladas	Mensual			
		Superficie de ocupación de las obras	Mensual			
		Volumen (m3) de suelo recuperado o conservado	Semestral			
	Escarificación del suelo en áreas de maniobras	Superficie de suelo escarificada	Mensual			
	Reincorporar la tierra movida de las áreas de ampliación al suelo natural	Superficie removida	Bimestral			
		Superficie. reincorporada	Bimestral			
	Revegetación con especies nativas para promover la infiltración	Superficie de áreas revegetadas	Mensual			
			Semestral			
	Instalación de materiales impermeables en zonas de almacenamiento y mantenimiento de vehículos	Superficie de material impermeable colocada	Mensual			
	Remoción del suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles o aceites	Volumen (m^3) de suelo removido	Semestral			
		No. de derrames ocurridos	Mensual			
Residuos	Instalación de sanitarios portátiles	No. de sanitarios portátiles instalados	Mensual			

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	¿Se Realizó?		% Cumplimiento
				SI	NO	
	Mantenimiento adecuado de sanitarios portátiles	No. de sanitarios portátiles con mantenimiento	Semanal			
	Colocación de contenedores para residuos sólidos urbanos debidamente etiquetados	No. de contenedores colocados por kilometro	Mensual			
	Disposición final de RU en sitios autorizados por el municipio	Volumen (m^3) de residuos dispuesto	Mensual			
	Instalación de contenedores para residuos peligrosos	No. de contenedores colocados por almacén	Previo al inicio de actividades			
	Instalación de almacén (es) para residuos peligrosos	No. de almacenes instalados	Previo al inicio de actividades			
	Correcta disposición de residuos peligrosos	Volumen de residuos dispuestos	Semestral			
		No. de manifiestos archivados	Semestral			
	Establecer un programa permanente de recolección de residuos en el DV	Volumen de residuos recolectados	Mensual			
Educación Ambiental y seguridad	Platicas informativas a todos los trabajadores de instrucción en temas ambientales, y conservación de recursos naturales indicando posibles sanciones, en caso de incurrir en incumplimiento	No. de trabajadores instruidos	Mensual			
		No. de tópicos impartidos	Mensual			
		No. de empleados capacitados	Bimestral			
	Señalización adecuada que indique cuidados a la biodiversidad	No. de señalamientos colocados por superficie del proyecto	Mensual			
	Señalización para control de velocidad	No. de señalamientos colocados por superficie del proyecto	Mensual			
	El movimiento de materiales y maquinaria se llevará a cabo en horarios programados (evitar actividades nocturnas)	ND	Diariamente			
	Proporcionar EPP a los empleados	No. de empleados equipados	Mensual			
		No. de registros mantenidos	Mensual			
	Instalación de botiquines de primeros auxilios	No. de botiquines instalados por frente de trabajo	Previo al inicio de actividades			
		Cantidad de suplementos médicos repuestos	Mensual			
	Salud laboral	No. de accidentes o incidentes de trabajo reportados	Mensual			
	Instalación de iluminación localizada en áreas de instalaciones temporales	Número de luminarias instaladas	Previo al inicio de actividades			

Factor Ambiental	Acciones	Indicador	Periodicidad del Monitoreo	¿Se Realizó?		% Cumplimiento
				SI	NO	
		Número de recambio de luminarias	Mensual			
Aire (calidad)	Mantenimiento de maquinaria	No. de certificados de verificación de vehículos y maquinaria	Semestral			
		No de reportes de mantenimiento emitidos	Mensual			
	Medición de emisiones de ruido	No. De registros de decibeles	Semestral			
		No. De equipos que rebasan 86 dB	Semestral			
	Riego de terracerías con agua tratada	Superficie de Riego	Mensual			
		Volumen de agua tratada utilizado	Mensual			
Agua	Medición de parámetros fisicoquímicos	Parámetros fisicoquímicos de oxígeno disuelto (superiores a 4 %), fósforo total (menor a 0.4mg/l PO4), y pH (entre 6 y 9).	Antes, durante y después de las actividades constructivas			
	Evitar exceso de carga en vehículos de acarreo	Volumen dispuesto por unidad de acarreo	Mensual			
	Prohibir el apilamiento de materiales sobre corrientes de agua o áreas aledañas	Superficie obstruida con materiales	Bimestral			

Para evaluar el porcentaje de cumplimiento se deberá de considerar lo siguiente:

1. Contabilizar el número de no conformidades o incidencias por factor.
2. Asignar un peso (%) específico a cada factor, esto se asignará en función de la importancia o estado actual del factor ambiental.
3. Calcular el valor o peso específico para cada ítem o indicador, se recomienda que este valor sea el porcentaje promedio derivado de 100 entre el número total de ítems por factor, esto con el afán de dar el mismo valor a cada indicador.

El porcentaje de cumplimiento se calculará con la siguiente fórmula:

$$\text{CUMPLIMIENTO} = 1\text{-}\Sigma\ (\text{NTI} * \text{PF}*\text{PI}/100)$$

Dónde:

NTI = Número total de incidencias
PF = Peso asignado al factor ambiental
PI = Peso asignado a cada ítem dentro del grupo o factor

No se deberán tolerar porcentajes menores al 95% de cumplimiento.

X.2. Procedimientos para Monitoreo de las Medidas de Prevención y Mitigación y Ejecución de Medidas Correctivas en la Región Ecológica.

Consiste en analizar las medidas a ejecutar, gestionar y dar seguimiento al progreso de cada acción estableciendo aspectos tales como objetivo, lugar donde se llevará a cabo la acción, periodicidad y método a emplear. El procedimiento de vigilancia ambiental iniciará previo a las actividades de construcción del proyecto con al menos un mes de anticipación, ya que se deberán realizar actividades de rescate de ejemplares de flora y fauna, limpieza, identificación de instalaciones temporales, verificación y documentación en bitácoras. Dichas actividades se vigilarán y mantendrán durante las etapas de preparación del sitio, construcción y hasta que se concluyan los trabajos de reforestación y restauración ecológica.

La evaluación como parte del monitoreo, permite determinar la eficiencia y sostenibilidad de las intervenciones, así como el momento adecuado en que se pueden ejecutar medidas emergentes dirigidas a atenuar, corregir o modificar las acciones y sus efectos. Las metodologías y técnicas empleadas son particulares dependiendo el objetivo al que estén dirigidas.

El proceso para realizar las actividades de seguimiento, monitoreo y vigilancia durante el desarrollo del proyecto se describe a continuación:

1. **Evaluación de las actividades y acciones para prevenir y mitigar impactos.** Consiste en identificar el grado, ubicación y permanencia de cada impacto a prevenir y/o mitigar de forma cualitativa y/o cuantitativa. Se deberán considerar los indicadores ambientales propuestos para brindar información sobre el estado de los componentes ambientales.
2. **Diseño de medidas preventivas y correctivas.** Conformación de pasos o procesos para llevar a cabo las actividades correspondientes a la obra sin dañar el medio en que se encuentra.
3. **Capacitación del personal.** Formar a todo el personal involucrado en la construcción del proyecto de cómo llevar a cabo las acciones mitigantes y compensatorias, así como prevención de impactos.
4. **Recorridos de vigilancia ambiental.** Se desarrollarán visitas de vigilancia en los frentes de obra semanalmente y conforme al calendario de obras.
5. **Implementación de bitácoras de vigilancia.** Registro del cumplimiento de la eficiencia de las medidas propuestas. Estas se complementarán con hojas de control, minutas de asistencia y listas de chequeo.

6. **Diagnóstico de cumplimiento.** Se realizará un diagnóstico en el cual se determine si las acciones y actividades desarrolladas dan cumplimiento a su objetivo, considerando los umbrales de alerta y las causas de desviación de los objetivos propuestos.
7. **Acciones correctivas.** En caso de requerirse acciones emergentes y correctivas, se notificará a la autoridad de la rectificación a implementar para compensación y/o restauración.
8. **Evidencia Fotográfica y documental.** Se documentarán mediante fotografías y videos las acciones realizadas para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos. Esta evidencia se integrará a las bitácoras de vigilancia.
9. **Elaboración de Informes.** Mensualmente se entregará un informe con el detalle de las medidas aplicadas que incluya: periodo, actividades realizadas, medidas propuestas, seguimiento a las medidas propuestas, observaciones de recorridos de supervisión, medidas de mitigación aplicadas, evidencia documental y evidencia fotográfica. En caso de emergencias ambientales y/o accidentes, se realizarán informes extraordinarios que incluyan las medidas emergentes aplicadas y las notificaciones realizadas a la autoridad.

X.3. Responsables de las acciones

Acorde a las características del proyecto se empleará al siguiente personal:

Tabla 17. Responsable de las acciones

Puesto	Funciones Generales
Superintendente o Coordinador	El coordinador tendrá la responsabilidad de organizar los trabajos de campo, gabinete, así como participar en el seguimiento de estos, debiendo supervisar y revisar los trabajos ejecutados, así como revisar el contenido de los informes generados, además deberá tener la capacidad de revisar y analizar estimaciones. ▪ Es responsable de la calidad final de los entregables de la Supervisión de aplicación de recursos federales reasignados. ▪ Es responsable de la toma de decisiones dentro del equipo de trabajo de la Supervisión de aplicación de recursos federales reasignados. ▪ Comunica y Asesora a la SICT todos aquellos temas vinculados al medio ambiente aplicables al proyecto. ▪ Supervisa y Verifica el seguimiento a las medidas de mitigación, para asegurar que las actividades del proyecto durante la ejecución de las obras se realicen conforme a las especificaciones y costos definidos. ▪ Indica y desarrolla las directrices generales del equipo de trabajo para la obtención de resultados. Es el principal catalizador para la resolución de conflictos con base en un análisis técnico-administrativo hacia las mejores opciones entre el área normativa SCT y la empresa responsable de la ejecución de la obra (Contratista constructor).
Especialista	El especialista tendrá la responsabilidad de supervisar y dar seguimiento a los trabajos de campo (reforestación y restauración), medidas de mitigación y programas en obra y elaborar informe de modificación a proyecto, así como la colaboración en la elaboración de los reportes, informes de avances de los trabajos, entre sus funciones destacan. ▪ Responsable de verificar que se cumpla con la normativa y lineamientos ambientales aplicables tales como el adecuado manejo y almacenamiento de residuos peligrosos, colocación de señalética adecuada, educación ambiental, entre otras. ▪ Responsable de elaborar los informes técnicos de la supervisión, integrar y resguardar evidencia del avance en la ejecución de las medidas de mitigación, apoyar en tareas técnicas y de logística durante el período de los trabajos.
Especialista en suelos	Responsable de verificar los trabajaos y obras relacionadas con la conservación y restauración de suelos. ▪ Responsable de elaborar los informes técnicos de la supervisión, integrar y resguardar expedientes de las obras de suelos, así como apoyar en tareas técnicas y de logística durante el período de los trabajos.

Puesto	Funciones Generales
Especialista Forestal	El Ingeniero Forestal, deberá tener Registro Nacional Forestal para la responsiva forestal. • Se encargará de la supervisión del marcaje de arbolado y seguimiento a cada uno de los términos del resolutivo de cambio de uso de suelo. • Deberá verificar cada una de las acciones por ejecutar relacionadas con el cambio de uso de suelo, tales como derribo, rescate, reubicación y todas aquellas relacionadas con la reforestación.
Auxiliares	Los auxiliares deberán apoyar en la ejecución de los trabajos relacionados con el seguimiento ambiental.

INSUMOS Y CONCEPTOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PVA

A continuación, se presenta el desglose del personal, materiales y equipos necesarios para la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental.

Tabla 18. Insumos requeridos para la ejecución del PVA.

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
Materiales				
GASOLINA	LT	600	$30.00	$18,000.00
ACEITE PARA MOTOR	LT	10	$120.00	$1,200.00
JUEGO DE LLANTAS PARA CAMIONETA	JGO	2	$3,562.00	$7,124.00
BOLIGRAFO BIC PUNTO FINO NEGRO CAJA CON 12	PAQ	2	$62.00	$124.00
FACIA BOND CARTA CON 500 HOJAS COPAMEX	PZA	2	$699.00	$1,398.00
LAPIZ BIC EVOLUTION AMARILLO 12 PZAS	PAQ	4	$84.00	$336.00
SACAPUNTAS AZOR, GOMA, CORRECTOR	PZA	2	$405.00	$810.00
LIBRETA DE CAMPO	PZA	6	$85.90	$515.40
TABLA CON CLIP ACRILICO OFFICE DEPOT TAMAÑO CARTA	PZA	4	$79.90	$319.60
TONER COLOR PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	4	$1,800.00	$7,200.00
TONER B/N PARA MULTIFUNCIONAL SAMSUNG	PZA	2	$1,209.00	$2,418.00
TOTAL, MATERIALES				**$39,445.00**
Mano de obra				
BIOLOGO 1	JOR	120	$2,600.00	$312,000.00
AUXILIAR DE CAMPO 1	JOR	120	$1,416.67	$170,000.40
AUXILIAR DE CAMPO 1	JOR	70	$1,116.67	$78,166.90
TOTAL, MANO DE OBRA				**$560,167.30**
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERRAMIENTA MENOR	%	350	$100.00	$35,000.00
CAMIONETA FORD RANGER XL DOBLE CABINA	HR	900	$53.47	$48,123.00
LAPTOP DELL INSPIRON 15-5569	HR	600	$29.47	$17,682.00
MULTIFUNCIONAL SAMSUNG SL-C480W/XAX COLOR	HR	70	$72.71	$5,089.70
BOTIQUIN ESPECIALIZADO PM1408PA	HR	75	$46.17	$3,462.75
CAMARA NIKON PROFESIONAL	HR	102	$85.30	$8,700.60
EQUIPO DE COMUNICACIÓN (SET DE 2 RADIOS MOTOROLA WALKIE TOLKIE 2 VIAS 56 KM Mt350r USO RUDO)	HR	350	$28.16	$9,856.00
EQUIPO PARA MANTENIMIENTO (PALA, PALA TRASPLANTADORA, PICO, ZAPAPICO, CARRETILLA, CRIBA, MARTILLO)	HR	120	$25.95	$3,114.00
EQUIPO PARA ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN (MACHETES, HACHA. SIERRA, TIJERAS DE PODA, TIJERAS PARA TALLOS, ESCALERA)	HR	120	$6.72	$806.40
EQUIPO DE MEDICIÓN (CINTA METRICA, FLEXOMETRO, TERMOMETRO, CLINOMETRO, ALTIMETRO, DISTANCIOMETRO)	HR	120	$16.58	$1,989.60
GPS MARCA GARMIN MODELO ETREX20	HR	78	$27.54	$2,148.12
KIT ATMOSFERICO (CALIDAD DEL AIRE)	HR	63	$26.77	$1,686.51
EQUIPO DE SEGURIDAD (POLINAS, BOTAS Y GUANTES)	HR	505	$17.46	$8,817.30
SANITARIO PORTATIL	HR	120	$29.84	$3,580.80
TOTAL, EQUIPO Y HERRAMIENTA				**$146,475.98**
TOTAL, GENERAL				**$746,088.28**

Fuente: SECIRA, S.A. de C.V., 2026.

BIBLIOGRAFÍA

- Angulo A., Rueda-Almonacid J.V., Rodríguez-Mahecha J.V., La Marca E. (Eds). 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo Nº 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C.
- Canter W. Larry. (1997) Manual de evaluación ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impactos. Mac Graw Hill/Interamericana de España.
- Casas-Andreu G., Valenzuela-López G. y Ramírez-Bautista A. 1991. Como hacer una colección de Anfibios y Reptiles. Instituto de Biología, UNAM, Cuadernos No.10, México.
- Universidad Nacional de Colombia (UNC). 2007. Guía Metodologica para la restauración ecológica del bosque altoandino
- Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras". CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.
- Vargas Ríos O., 2011. Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación Acta biol. Colomb., Volumen 16, Número 2, p. 221-246, 2011. ISSN electrónico 1900-1649. ISSN impreso 0120-548X.
- Aguilar Garavito, M. et al. (2017). Guía para la restauración ecológica de la región Subandina. Caso: Distrito de Conservación de Suelos Barbas-Bremen. Bogotá, D. C.: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Bustos, F. (2013). Manual de Gestin y control ambiental. Quito, Ecuador.
- INERCO, Valdivia E., 2007. Programa De Vigilancia Ambiental.