Área que clasifica. -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

Identificación del documento. -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

Partes clasificadas.- Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, RFC, CURP, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 115 segundo párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Razones. - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

Firma del titular.- Julio César García Vergara

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.– Resolución **ACTA_15_2026_SIPOT_2T_2026_ART 67_FVI,** en la sesión celebrada el 17 de Julio del 2026.

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

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Puente vehicular “El Róbalo” ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPÍTULO I

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. DATOS GENERALRES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 2
I.I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO..... 2
I.1. Nombre del trámite..... 2
I.1. Nombre del proyecto. 2
I.1.2 Ubicación (Dirección) del Proyecto. 2
1.1.3 Duración del Proyecto. 10
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE..... 10
I.2.1 Nombre o Razón Social. 10
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente. 10
I.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente. 10
I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones. 10
I.2.5. Responsable de la elaboración del estudio. 12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1. Coordenadas extremas del proyecto 7
Tabla I. 2 Coordenadas y cadenamiento de los elementos del proyecto 8
Tabla I. 3. Datos del responsable Técnico. 12

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen I. 1 Localización del proyecto en diversos órdenes de gobierno 4
Imagen I. 2. Vías de acceso 5
Imagen I. 3. Vista Satelital del Proyecto 6
Imagen I. 4 Condiciones actuales del cruce con el proyecto 7
Imagen I. 5. Sitio del Proyecto 9
Imagen I. 6. Sitio del Cruce 9
Imagen I. 7. Localización de las oficinas de la SICT, CDMX 11
Imagen I. 8. Centro SCT Oaxaca 11
Imagen I. 9. Cedula Profesional de Licenciatura del responsable Técnico 12

CAPÍTULO I. DATOS GENERALRES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1. Nombre del trámite.

Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular del proyecto:

I.1. Nombre del proyecto.

Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

I.1.2 Ubicación (Dirección) del Proyecto.

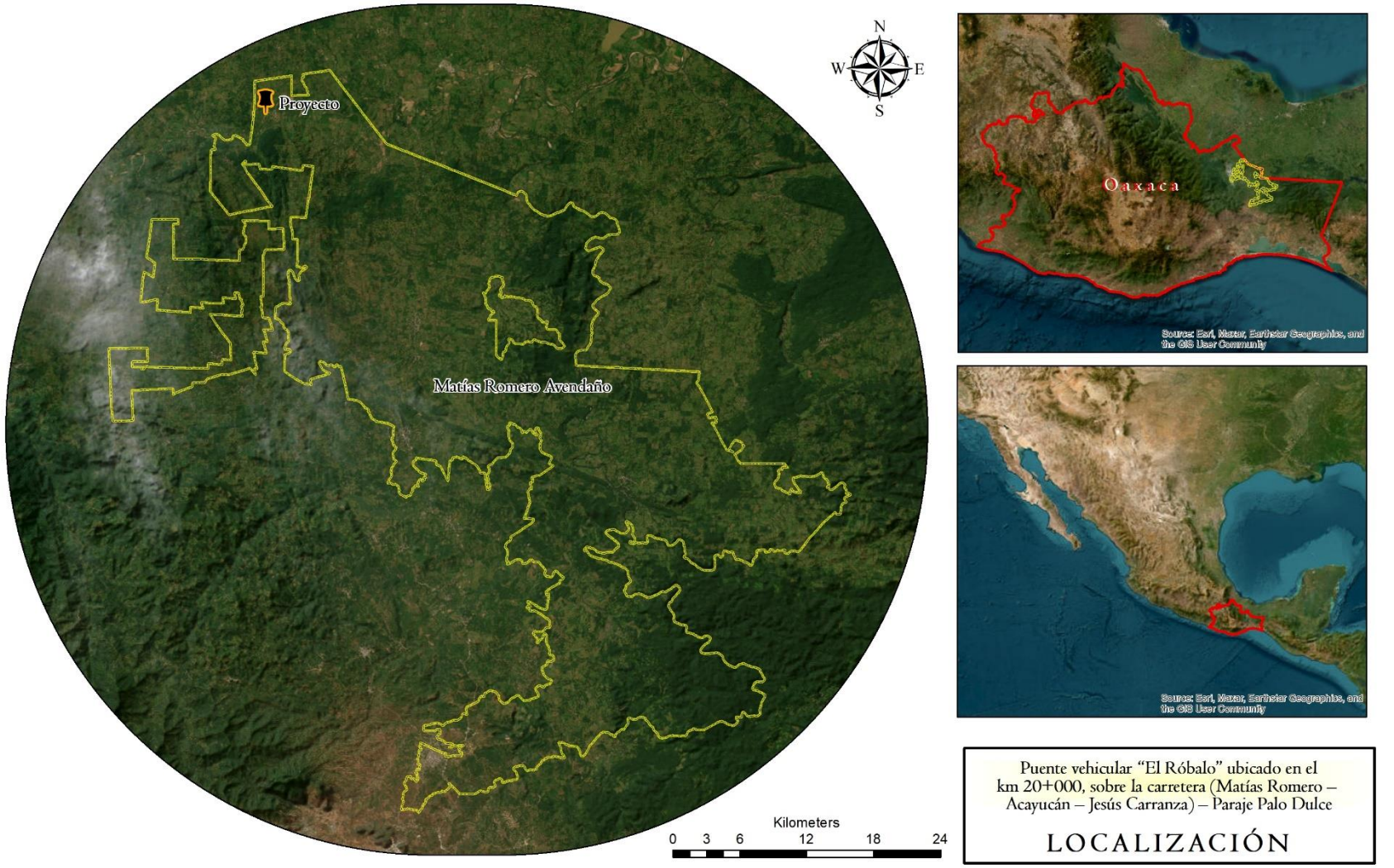
El proyecto: Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca, como su nombre lo indica se desarrolla en el Estado de Oaxaca, del cual se puede mencionar que se ubica en el Suroeste del país, entre las coordenadas 18° 4' y 15° 39' de Latitud norte y los -98° 29' y -93° 52' de longitud oeste. El estado cuenta con una superficie total de 93,952 km cuadrados, de los cuales corresponden a su superficie continental y a su superficie insular. El estado de Oaxaca representa 4.7 % de la superficie del país. Oaxaca está ubicada en una región naturalmente fértil, cuenta con 34 ríos y 4 presas. Cuenta con 482 kilómetros del litoral pertenecientes al Océano Pacífico, lo que representa el 4.3 % del total nacional. Además de tener 17 bahías y 4 esteros, cuenta con de plataforma continental y 106, 900 hectáreas de lagunas litorales. Así mismo el proyecto se localiza inmerso en el municipio de Matías Romero Avendaño:

- El municipio Matías Romero Avendaño se encuentra en la región de la Sierra Sur del estado de Oaxaca, entre los paralelos 16°49' y 17°26' de latitud norte; los meridianos 94°42' y 95°19' de longitud oeste; altitud entre 0 y 500 m. La parte principal colinda al norte con el municipio de San Juan Cotzocón y el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; al este con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y el municipio de Santa María Chimalapa; al sur con los municipios de Santa María Chimalapa, El Barrio de la Soledad, Santa María Petapa y San Juan Guichicovi; al oeste con los municipios de San Juan Guichicovi, San Juan Mazatlán y San Juan Cotzocón. La fracción restante colinda al norte y oeste con el municipio de San Juan Mazatlán; al este con el municipio de San Juan Guichicovi; al sur con los municipios de San Juan Guichicovi y San Juan Mazatlán. El municipio tiene una superficie de aproximadamente 1,357.17 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altitud promedio entre 0 y 500 metros sobre el nivel del mar. Ocupa el 1.44% de la superficie del estado. Cuenta con 134 localidades y una población total de 38 019 habitantes. El área municipal se encuentra sobre suelo del Cuaternario y rocas sedimentarias del Neógeno, en llanura aluvial con lomerío; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Luvisol, Regosol y Phaeozem; tienen clima

cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media.

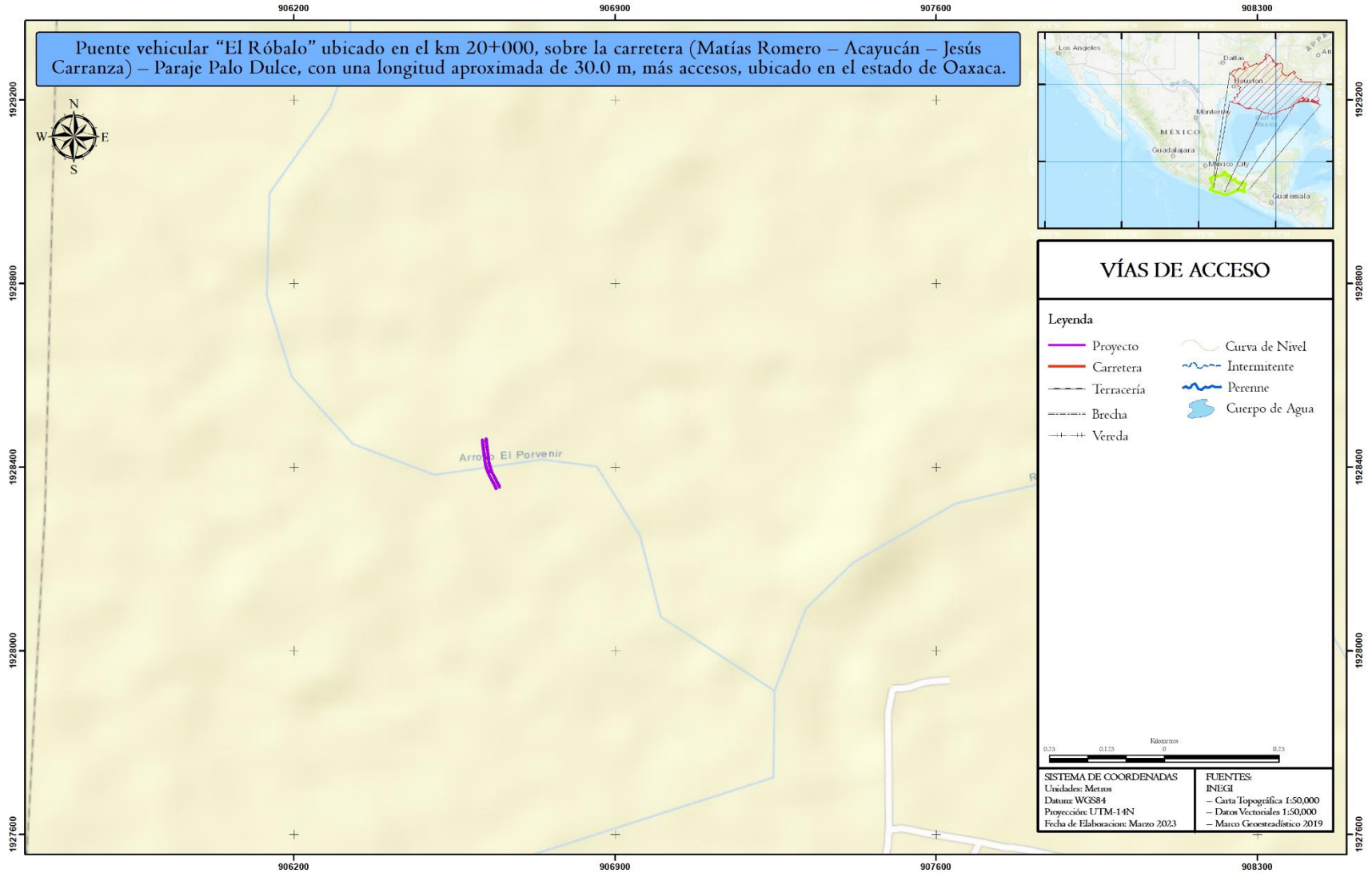
En la siguiente imagen se muestra la localización del proyecto.

Imagen I. 1 Localización del proyecto en diversos órdenes de gobierno



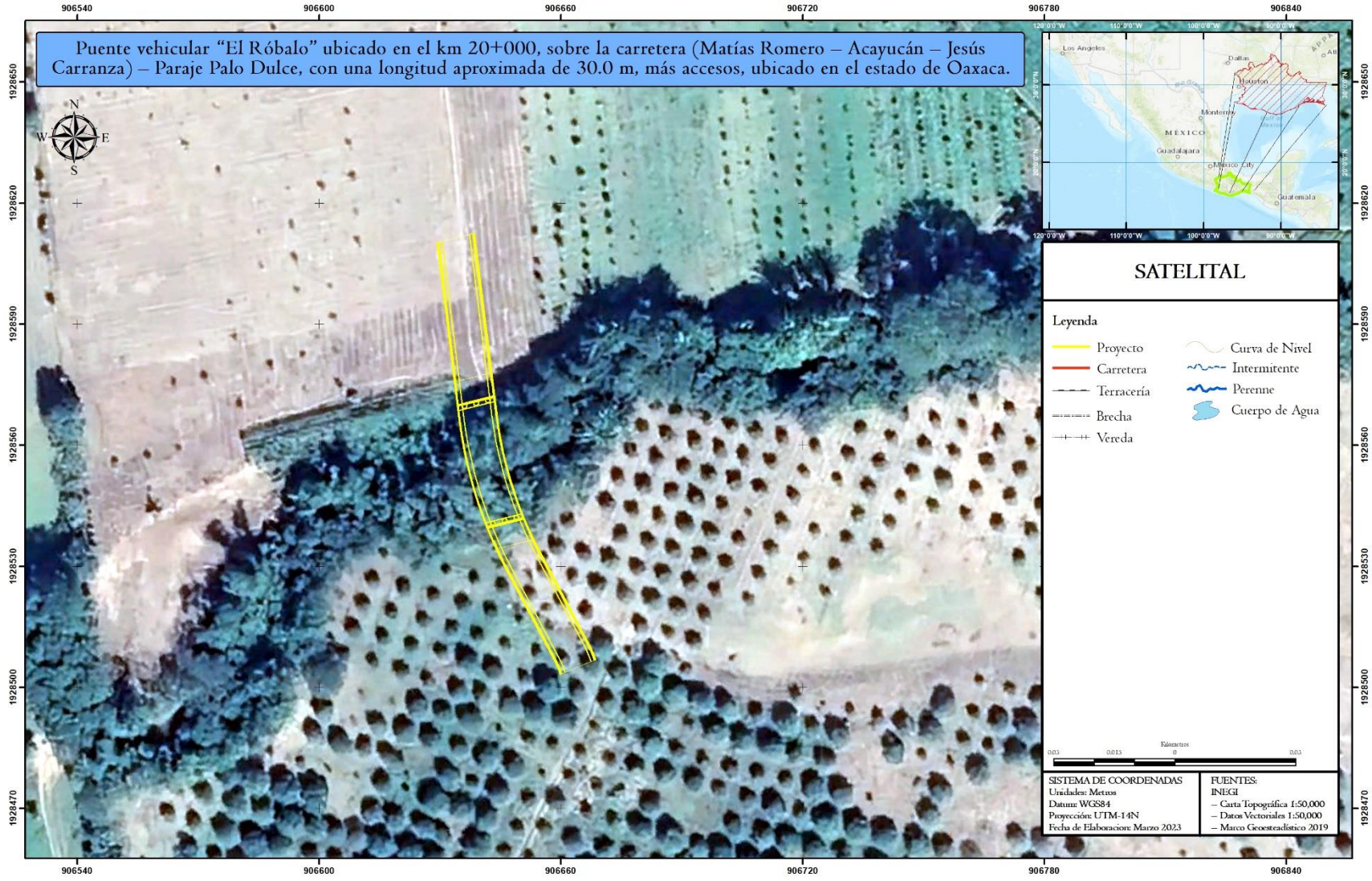
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen I. 2. Vías de acceso



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen I. 3. Vista Satelital del Proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen I. 4 Condiciones actuales del cruce con el proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Es importante mencionar que actualmente no existe una estructura para librar las aguas del arroyo perenne, por lo que la construcción de un puente, así como la renovación del del eje del camino existente, se encuentra alineado con el Artículo 1 de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la cual establece las bases y principios para garantizar el derecho a la movilidad en condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad, el proyecto busca conectar varias localidades aledañas a el poblado Los Ángeles, el cual es el más importante de la región, ayudando de esta manera la conectividad en la región y el detonar el desarrollo económico en la región.

La estructura tiene una longitud de 30.00 metros, un ancho de calzada de 7.60 metros y un ancho de corona de 10.10 metros, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de la estructura propuesta:

Tabla I. 1. Coordenadas eje del proyecto

Elementos	Cad	UTM		GEOGRÁFICAS	
		ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
Acceso Norte a Benito Juárez	19+947	269072	1925856	-95° 10' 25.697"	17° 24' 24.058"
Losa de Acceso Norte a Benito Juárez	19+981	269075	1925822	-95° 10' 25.576"	17° 24' 22.935"
Inicio Estructura	19+987	269076	1925816	-95° 10' 25.555"	17° 24' 22.741"
Fin Estructura	20+017	269082	1925786	-95° 10' 25.330"	17° 24' 21.767"
Losa de Acceso Sur a Los Ángeles	20+023	269085	1925780	-95° 10' 25.252"	17° 24' 21.587"
Acceso Sur a Los Ángeles	20+057	269098	1925749	-95° 10' 24.776"	17° 24' 20.573"

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Tabla I. 2 Coordenadas y cadenamiento de los elementos del proyecto

FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
Acceso Norte a Benito Juárez				
1	269077	1925857	-95° 10' 25.539"	17° 24' 24.096"
2	269068	1925855	-95° 10' 25.855"	17° 24' 24.024"
3	269068	1925847	-95° 10' 25.825"	17° 24' 23.746"
4	269069	1925839	-95° 10' 25.798"	17° 24' 23.495"
5	269070	1925831	-95° 10' 25.771"	17° 24' 23.242"
6	269071	1925821	-95° 10' 25.734"	17° 24' 22.900"
7	269080	1925823	-95° 10' 25.418"	17° 24' 22.971"
8	269079	1925833	-95° 10' 25.455"	17° 24' 23.310"
9	269078	1925841	-95° 10' 25.482"	17° 24' 23.565"
10	269078	1925849	-95° 10' 25.509"	17° 24' 23.813"
Losa de Acceso Norte a Benito Juárez				
FID	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	269080	1925823	-95° 10' 25.418"	17° 24' 22.971"
2	269071	1925821	-95° 10' 25.734"	17° 24' 22.900"
3	269071	1925815	-95° 10' 25.713"	17° 24' 22.706"
4	269081	1925817	-95° 10' 25.397"	17° 24' 22.775"
ESTRUCTURA				
FID	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	269081	1925817	-95° 10' 25.397"	17° 24' 22.775"
2	269071	1925815	-95° 10' 25.713"	17° 24' 22.706"
3	269072	1925808	-95° 10' 25.688"	17° 24' 22.492"
4	269073	1925803	-95° 10' 25.662"	17° 24' 22.335"
5	269074	1925797	-95° 10' 25.617"	17° 24' 22.132"
6	269076	1925790	-95° 10' 25.555"	17° 24' 21.918"
7	269078	1925785	-95° 10' 25.488"	17° 24' 21.732"
8	269087	1925787	-95° 10' 25.171"	17° 24' 21.799"
9	269085	1925792	-95° 10' 25.241"	17° 24' 21.990"
10	269083	1925799	-95° 10' 25.307"	17° 24' 22.217"
11	269082	1925805	-95° 10' 25.345"	17° 24' 22.393"
12	269081	1925810	-95° 10' 25.374"	17° 24' 22.568"
Losa de Acceso Sur a Los Ángeles				
FID	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	269087	1925787	-95° 10' 25.171"	17° 24' 21.799"
2	269078	1925785	-95° 10' 25.488"	17° 24' 21.732"
3	269080	1925779	-95° 10' 25.412"	17° 24' 21.552"
4	269089	1925781	-95° 10' 25.092"	17° 24' 21.622"
Acceso Sur a Los Ángeles				
FID	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	269089	1925781	-95° 10' 25.092"	17° 24' 21.622"
2	269080	1925779	-95° 10' 25.412"	17° 24' 21.552"
3	269083	1925772	-95° 10' 25.303"	17° 24' 21.333"
4	269086	1925766	-95° 10' 25.192"	17° 24' 21.120"
5	269089	1925760	-95° 10' 25.088"	17° 24' 20.924"
6	269092	1925753	-95° 10' 24.977"	17° 24' 20.713"
7	269095	1925747	-95° 10' 24.895"	17° 24' 20.532"
8	269104	1925751	-95° 10' 24.594"	17° 24' 20.646"
9	269101	1925756	-95° 10' 24.675"	17° 24' 20.824"
10	269098	1925763	-95° 10' 24.779"	17° 24' 21.022"
11	269096	1925768	-95° 10' 24.872"	17° 24' 21.199"

12	269092	1925775	-95° 10' 24.987"	17° 24' 21.417"

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

El proyecto se localiza sobre Lomerío típico, perteneciente a la subprovincia fisiográfica Llanura Costera Veracruzana, la cual a su vez pertenece a la Provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur. La vegetación que se reporta en la zona inmediata al proyecto según la información de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII (2021) corresponde a agricultura de humedad y pastizal cultivado

Imagen I. 5. Sitio del Proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen I. 6. Sitio del Cruce



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Como ya se ha mencionado y cómo es posible ver en las fotografías anteriores, el escurrimiento es de tipo perenne y cruza en una zona con una vocación agrícola, donde las características de flora y fauna de la regio han sido alteradas por las actividades antrópicas.

1.1.3 Duración del Proyecto.

El proyecto se pretende construir en un periodo de 6 años, la vida útil del mismo es de 50 años aproximadamente, aunque con las adecuadas medidas de prevención y mantenimiento se espera que la vida útil del proyecto se alargue indefinidamente.

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 SCT Oaxaca.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente.

SCT051121IB4

I.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.

El Representante legal es el Ing. José Luis Chida Pardo, quien funge como director general del Centro SCT 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, Col. Nochebuena, C.P. 03720, piso 17, Ala: Poniente México, Distrito [redacted], [redacted] En el Estado de Oaxaca es Centro SCT Oaxaca es: Carretera Cristóbal Colon Km 6.5 tramo Oaxaca- Itsmo, Col. Del Bosque CP. 68100, Oaxaca, Oaxaca

Imagen I. 7. Localización de las oficinas de la SICT, CDMX



Fuente: Google Earth

Imagen I. 8. Centro SCT Oaxaca



Fuente: Google Maps

I.2.5. Responsable de la elaboración del estudio.

El nombre de la empresa responsable de realizar la: Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca, es la empresa S&M Sotelo y Mejía Infraestructura y Consultoría S.A de C.V., cuyo responsable técnico corresponde a la [redacted]

Tabla I. 3. Datos del responsable Técnico.

1	[redacted]	[redacted]
2	[redacted]	[redacted]
3	[redacted]	[redacted]

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen I. 9. Cedula Profesional de Licenciatura del responsable Técnico.

[redacted]

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Como responsable Técnico, yo Daniela Victoria Sánchez Sánchez, en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, declaro que:

- *La presente Manifestación de Impacto Ambiental, observó lo establecido en la Ley, dicho reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declaro, bajo protesta de decir verdad, que los resultados 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 y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.*

ATENTAMENTE

[redacted]

S&M SOTELO Y MEJÍA INFRAESTRUCTURA Y CONSULTORIA S.A DE C.V.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Puente vehicular “El Róbalo” ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPÍTULO II

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3
II.I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 3
II.1.1. Objetivos y Justificación 3
II.1.2 Antecedentes 4
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto 4
II.1.4 Inversión requerida 14
II.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 21
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 23
II.2.1 Programa de trabajo 23
II.2. 2 Representación Gráfica Regional 25
II.2. 3 Representación Gráfica Local 26
II.2. 4 Dimensiones del Proyecto 27
II.2.5 Características del área del proyecto 38
II.2.6 Estudios de campo y gabinete 39
II.2.7 Preparación del sitio y construcción 61
II.2.8 Operación y mantenimiento 65
II.2.9 Etapa de abandono del sitio 67
II.2.10 Utilización de explosivos 67
II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 67
II.2.12 Generación de gases de efecto invernadero por etapa 69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1 Coordenadas de la poligonal del proyecto 10
Tabla II. 2 Elementos del proyecto 12
Tabla II. 3 Costo del Proyecto 14
Tabla II. 4 Programa de Ejecución de la obra por conceptos. 23
Tabla II. 5 Especificaciones del proyecto. 27
Tabla II. 6 Coordenadas del proyecto 28
Tabla II. 7 Características del banco de materiales 36
Tabla II. 8. Características principales del municipio de Matías Romero Avendaño y San Juan Cotzocón, Oaxaca 38
Tabla II. 9 Clasificación del CRETIB de acuerdo con el tipo de residuos. 69
Tabla II. 10 Estimación de emisiones durante la operación del proyecto. 69

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen II. 1 Localización del proyecto en diversos órdenes de gobierno 6
Imagen II. 2 Vías de acceso 7
Imagen II. 3 Vista Satelital del Proyecto 8
Imagen II. 4 Imágenes de la zona del proyecto. 9
Imagen II. 5. Sitio del Proyecto 11
Imagen II. 6 Sitio del Cruce actual 12
Imagen II. 7 Elementos del proyecto 13
Imagen II. 8 Representación Regional del proyecto 25
Imagen II. 9 Representación local del proyecto 26
Imagen II. 10 Planta General del Proyecto 28
Imagen II. 11 Vista Longitudinal del proyecto 28
Imagen II. 12 Sección Tipo 29
Imagen II. 13 Banco de Materiales cercanos al proyecto 36
Imagen II. 14 Ocupación de la Zona Federal 37

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.I. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1. Objetivos y Justificación

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del Centro SCT Oaxaca, tiene contemplada la construcción de un Puente, que se localizará sobre el camino: Benito Juárez – Los Ángeles, es importante mencionar que a la fecha, no se cuenta con ninguna estructura en el sitio que permita el cruce del cauce de agua de tipo perenne, por lo que en la época de lluvias cuando el nivel del cauce incrementa el paso por la zona se ve limitada, impidiendo con ello la movilidad y seguridad de las personas que transitan a través de él. Con el desarrollo del presente proyecto se pretende asegurar la comunicación de la región de una forma segura durante cualquier época del año.

La estructura que se pretende desarrollar tiene una longitud de 30.00 metros, con un ancho total de 10.10 metros para dos carriles de circulación desarrollados para una carga viva de 66.5 Toneladas. Los accesos que incluye tienen una longitud de 34 metros para el lado Oeste (A Benito Juárez) y para el lado Este (A Los Ángeles) de 34 metros (incluyendo las losas de acceso). La superestructura contempla una superficie de 292.42 m^2, los accesos consideran una superficie conjunta de 654.79 m^2 y la losa de acceso para ambos lados del puente de 114.13 m^2 toda esta estructura se encuentra inmersa en el municipio de Matías Romero Avendaño y se propone el presente proyecto con el objetivo de contar con una infraestructura que permita conectar las localidades de Benito Juárez y Los Ángeles, para asegurar el tránsito de las personas de una forma segura, así como el intercambio de bienes y servicios en la región, la cual actualmente se ve interrumpida cuando el caudal del río incrementa.

La naturaleza del proyecto se enmarca dentro del sector de vías generales de comunicación, subsector de infraestructura carretera, tipo de proyecto: carreteras y autopistas; así mismo, de acuerdo a la Tipificación de Proyectos de Vías Generales de Comunicación que se encuentra señalada en el Apéndice VIII de la Guía para Elaborar Informes Preventivos y Manifestaciones de Impacto Ambiental de Proyectos de Vías Generales de Comunicación, por lo que la presente manifestación de impacto ambiental se presenta para su evaluación en cumplimiento a la regulación que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 28 fracción I, que dice lo siguiente:

ART. 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 y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos 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".

En función de lo anterior, el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, señala lo siguiente respecto a las obras o actividades que requieren previa autorización de la Secretaría en Materia del Impacto Ambiental:

"CAPÍTULO II DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES"

ARTICULO 5.
Quienes pretendan llevar a cabo alguno 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 agua nacionales…"

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. De manera general la zona de estudio se caracteriza por encontrase entre pequeñas localidades rurales, en un uso de suelo predominante de Selva Baja Caducifolia, el camino se encuentra a nivel de terracería y es una vialidad muy transitada, pero solo por población local. De modo tal que con la modernización del proyecto se garantizara el tener una vialidad que sea operativa en cualquier época del año y garantice la seguridad de los usuarios, beneficiando el desarrollo económico de la región.

II.1.2 Antecedentes

Al analizar el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el sistema arroja que no se presentan intersecciones con ningún proyecto actualmente autorizado.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

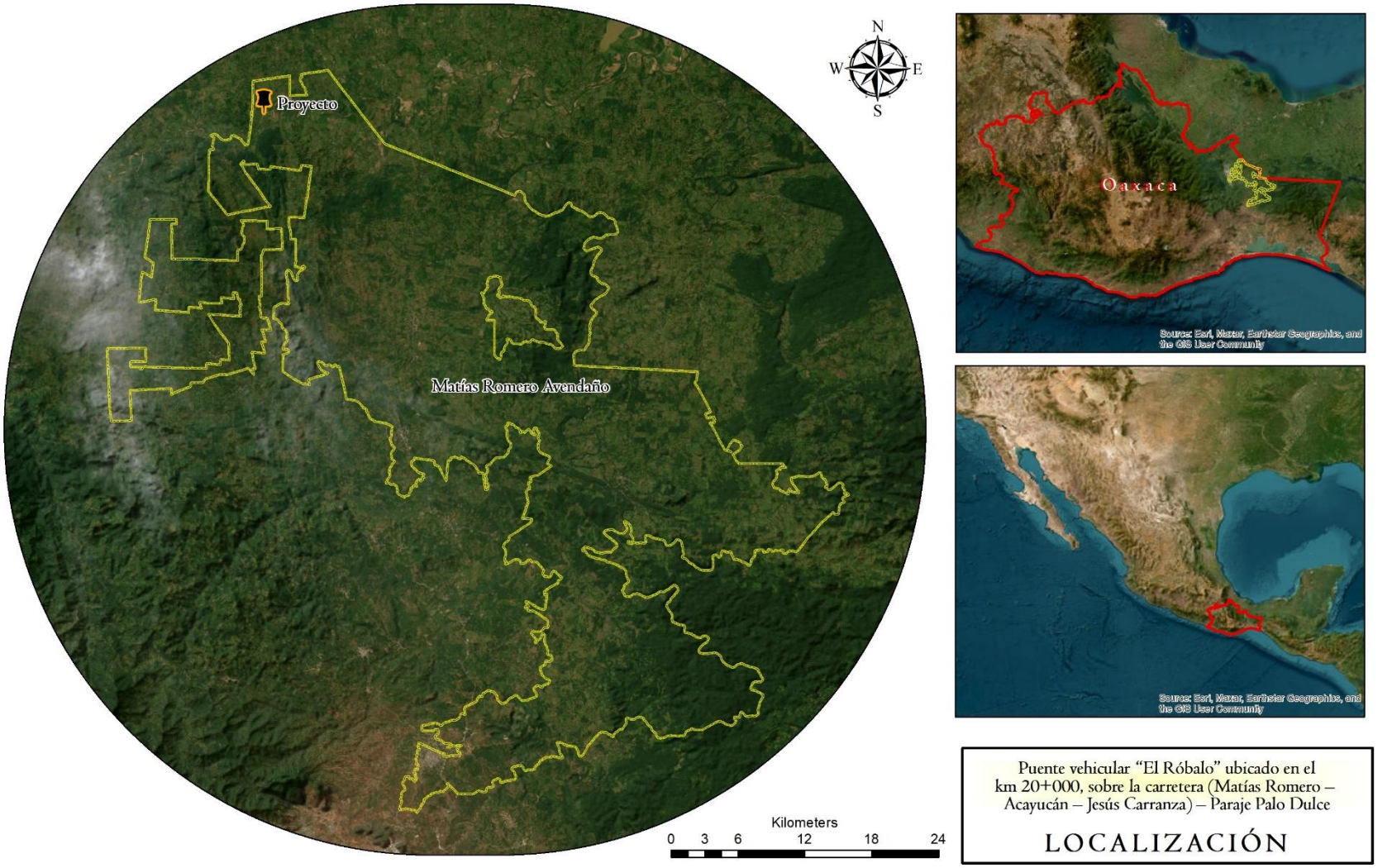
El proyecto: Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca, como su nombre lo indica se desarrolla en el Estado de Oaxaca, del cual se puede mencionar que se ubica en el Suroeste del país, entre las coordenadas 18° 4' y 15° 39' de Latitud norte y los -98° 29' y -93° 52' de longitud oeste. El estado cuenta con una superficie total de 93,952 km cuadrados, de los cuales corresponden a su superficie continental y a su superficie insular. El estado de Oaxaca representa 4.7 % de la superficie del país. Oaxaca está ubicada en una región naturalmente fértil, cuenta con 34 ríos y 4 presas. Cuenta con 482 kilómetros del litoral pertenecientes al Océano Pacífico, lo que representa el 4.3 % del total nacional. Además de tener 17 bahías y 4 esteros, cuenta con de plataforma continental y 106, 900 hectáreas de lagunas litorales. Así mismo el proyecto se localiza inmerso el municipio de Matías Romero Avendaño:

- El municipio Matías Romero Avendaño se encuentra en la región de la Sierra Sur del estado de Oaxaca, entre los paralelos 16°49' y 17°26' de latitud norte; los meridianos 94°42' y 95°19' de longitud oeste; altitud entre 0 y 500 m. La parte principal colinda al norte con el municipio de San Juan Cotzocón y el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; al este con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y el municipio de Santa María Chimalapa; al sur con los municipios de Santa María Chimalapa, El Barrio de la Soledad, Santa María Petapa y San Juan Guichicovi; al oeste con los municipios de San Juan Guichicovi, San Juan Mazatlán y San Juan

Cotzocón. La fracción restante colinda al norte y oeste con el municipio de San Juan Mazatlán; al este con el municipio de San Juan Guichicovi; al sur con los municipios de San Juan Guichicovi y San Juan Mazatlán. El municipio tiene una superficie de aproximadamente 1,357.17 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altitud promedio entre 0 y 500 metros sobre el nivel del mar. Ocupa el 1.44% de la superficie del estado. Cuenta con 134 localidades y una población total de 38 019 habitantes. El área municipal se encuentra sobre suelo del Cuaternario y rocas sedimentarias del Neógeno, en llanura aluvial con lomerío; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Luvisol, Regosol y Phaeozem; tienen clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media.

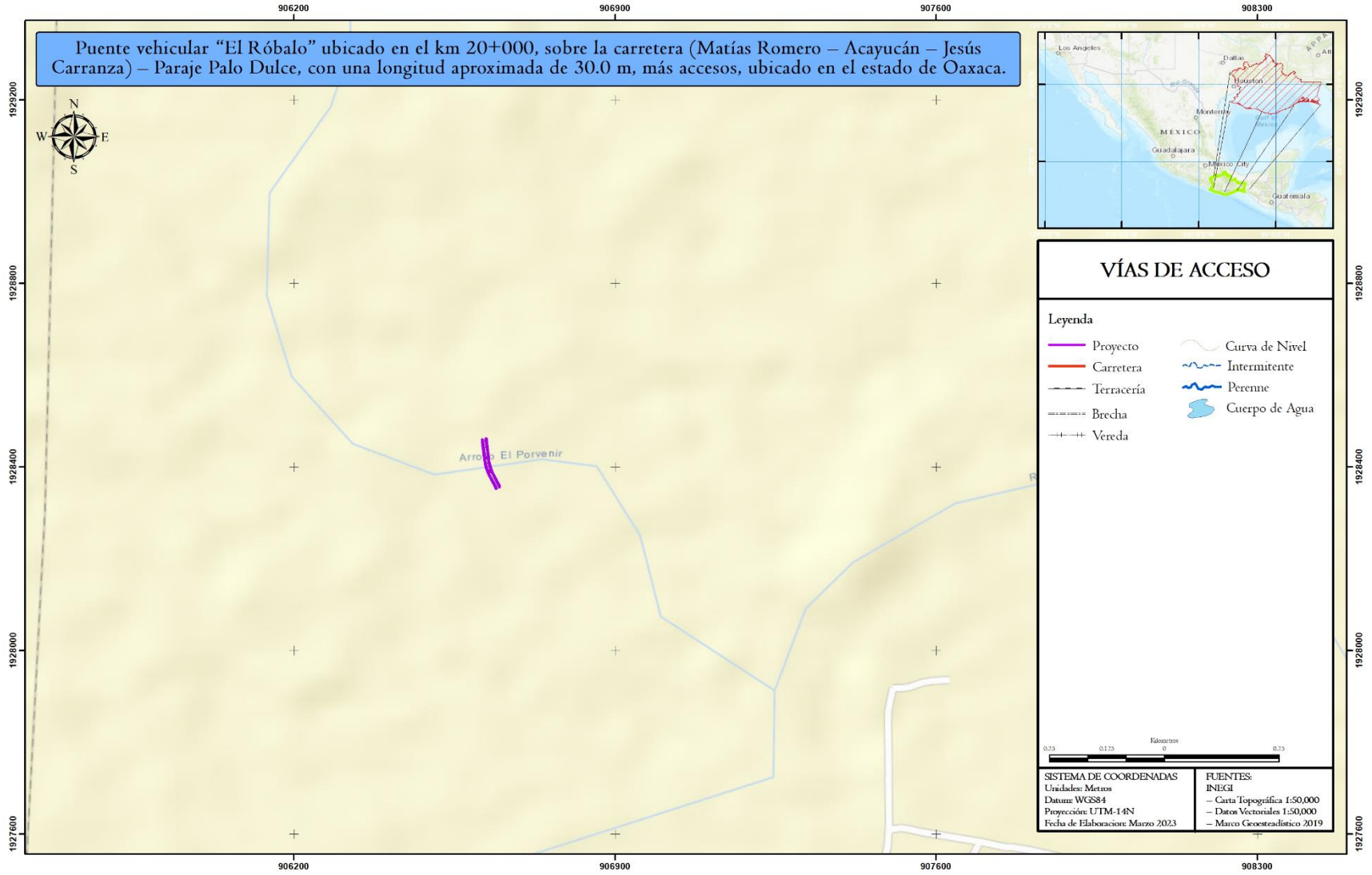
En la siguiente imagen se muestra la localización del proyecto.

Imagen II. 1 Localización del proyecto en diversos órdenes de gobierno



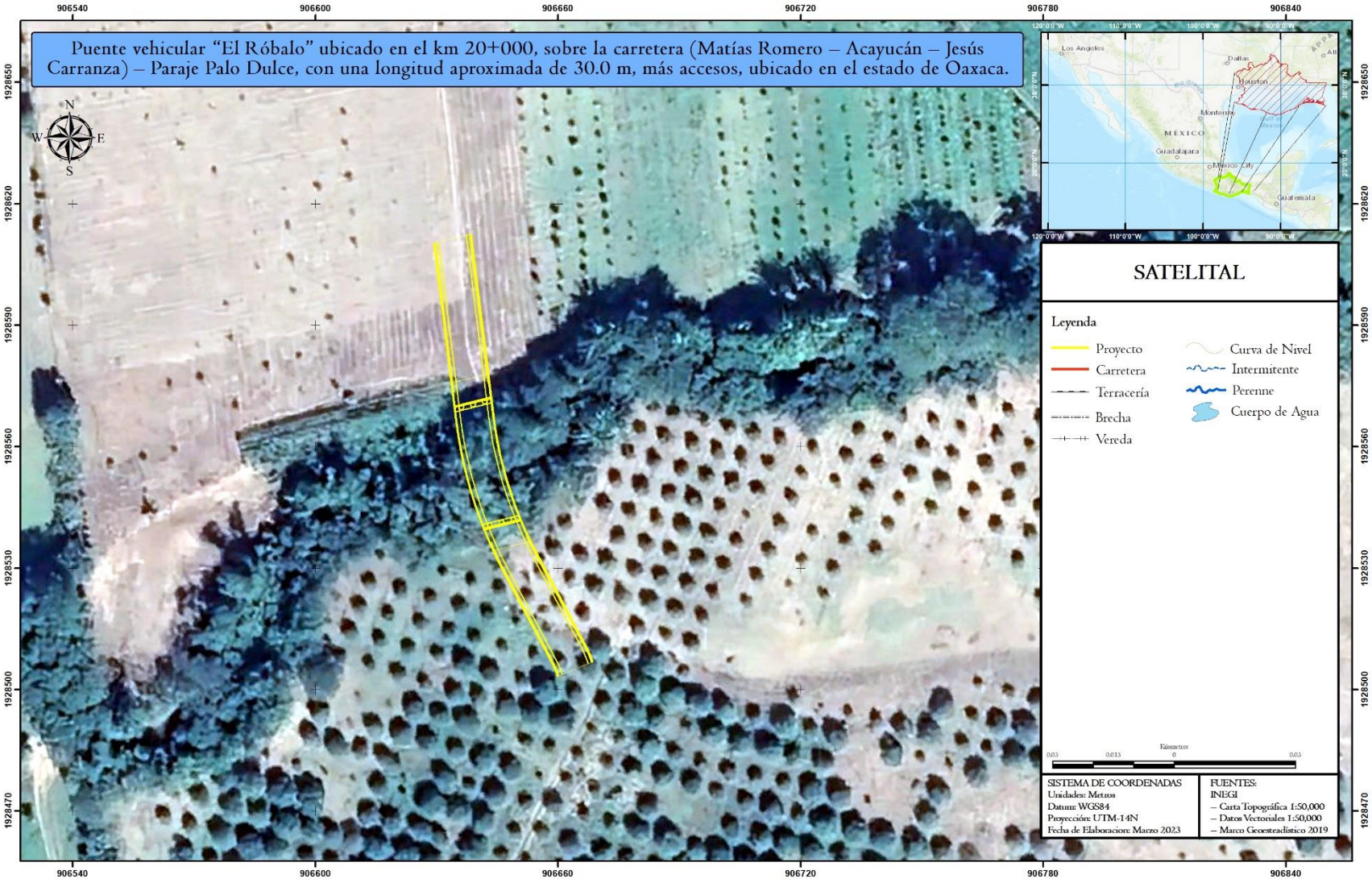
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen II. 2 Vías de acceso



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen II. 3 Vista Satelital del Proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Capítulo III Página 8

El proyecto se desarrolla sobre el camino sobre el km 20+000 sobre la carretera (Matías Romero – Acayucan – Jesús Carranza) – paraje Palo Dulce, en el Estado de Oaxaca. A la fecha, no se cuenta con ninguna estructura en el sitio que permita el cruce del cauce de agua de tipo intermitente, como se puede apreciar en las siguientes fotografías, por lo que, en la época de lluvias, cuando el nivel del cauce incrementa el paso por la zona se ve limitada, impidiendo con ello la movilidad y seguridad de las personas que transitan a través de él. En las siguientes imágenes se muestran las condiciones actuales del camino en donde se desea desarrollar el presente proyecto.

Imagen II. 4 Imágenes de la zona del proyecto.





El camino no cuenta con ninguna infraestructura para el cruce del cauce intermitente con el camino, por lo que las personas deben cruzarlo a pie, pero en época de lluvias dicho transito se dificulta por el incremento del nivel de agua, por lo cual se propone la construcción del presente proyecto en la zona con lo que se podrá asegurar la comunicación de la región de una forma segura durante cualquier época del año.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

La estructura tiene una longitud de 30.00 metros, un ancho de calzada de 7.60 metros y un ancho de corona de 10.10 metros, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de la estructura propuesta:

Tabla II. 1 Coordenadas de la poligonal del proyecto

FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
Acceso Norte a Benito Juárez				
1	269077	1925857	-95° 10' 25.539"	17° 24' 24.096"
2	269068	1925855	-95° 10' 25.855"	17° 24' 24.024"
3	269068	1925847	-95° 10' 25.825"	17° 24' 23.746"
4	269069	1925839	-95° 10' 25.798"	17° 24' 23.495"
5	269070	1925831	-95° 10' 25.771"	17° 24' 23.242"
6	269071	1925821	-95° 10' 25.734"	17° 24' 22.900"
7	269080	1925823	-95° 10' 25.418"	17° 24' 22.971"
8	269079	1925833	-95° 10' 25.455"	17° 24' 23.310"
9	269078	1925841	-95° 10' 25.482"	17° 24' 23.565"
10	269078	1925849	-95° 10' 25.509"	17° 24' 23.813"
Losa de Acceso Norte a Benito Juárez				
FID	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	269080	1925823	-95° 10' 25.418"	17° 24' 22.971"
2	269071	1925821	-95° 10' 25.734"	17° 24' 22.900"
3	269071	1925815	-95° 10' 25.713"	17° 24' 22.706"
4	269081	1925817	-95° 10' 25.397"	17° 24' 22.775"
ESTRUCTURA				
FID	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	269081	1925817	-95° 10' 25.397"	17° 24' 22.775"
2	269071	1925815	-95° 10' 25.713"	17° 24' 22.706"
3	269072	1925808	-95° 10' 25.688"	17° 24' 22.492"
4	269073	1925803	-95° 10' 25.662"	17° 24' 22.335"
5	269074	1925797	-95° 10' 25.617"	17° 24' 22.132"
6	269076	1925790	-95° 10' 25.555"	17° 24' 21.918"
7	269078	1925785	-95° 10' 25.488"	17° 24' 21.732"
8	269087	1925787	-95° 10' 25.171"	17° 24' 21.799"
9	269085	1925792	-95° 10' 25.241"	17° 24' 21.990"
10	269083	1925799	-95° 10' 25.307"	17° 24' 22.217"
11	269082	1925805	-95° 10' 25.345"	17° 24' 22.393"
12	269081	1925810	-95° 10' 25.374"	17° 24' 22.568"
Losa de Acceso Sur a Los Ángeles				
FID	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	269087	1925787	-95° 10' 25.171"	17° 24' 21.799"
2	269078	1925785	-95° 10' 25.488"	17° 24' 21.732"
3	269080	1925779	-95° 10' 25.412"	17° 24' 21.552"
4	269089	1925781	-95° 10' 25.092"	17° 24' 21.622"
Acceso Sur a Los Ángeles				
FID	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	269089	1925781	-95° 10' 25.092"	17° 24' 21.622"
2	269080	1925779	-95° 10' 25.412"	17° 24' 21.552"
3	269083	1925772	-95° 10' 25.303"	17° 24' 21.333"
4	269086	1925766	-95° 10' 25.192"	17° 24' 21.120"
5	269089	1925760	-95° 10' 25.088"	17° 24' 20.924"
6	269092	1925753	-95° 10' 24.977"	17° 24' 20.713"
7	269095	1925747	-95° 10' 24.895"	17° 24' 20.532"
8	269104	1925751	-95° 10' 24.594"	17° 24' 20.646"

FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
9	269101	1925756	-95° 10' 24.675"	17° 24' 20.824"
10	269098	1925763	-95° 10' 24.779"	17° 24' 21.022"
11	269096	1925768	-95° 10' 24.872"	17° 24' 21.199"
12	269092	1925775	-95° 10' 24.987"	17° 24' 21.417"

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

El proyecto se localiza sobre Lomerío típico, perteneciente a la subprovincia fisiográfica Llanura Costera Veracruzana, la cual a su vez pertenece a la Provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur. La vegetación que se reporta en la zona inmediata al proyecto según la información de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII (2021) corresponde a agricultura de humedad anual y pastizal cultivado.

Imagen II. 5. Sitio del Proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen II. 6 Sitio del Cruce actual



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

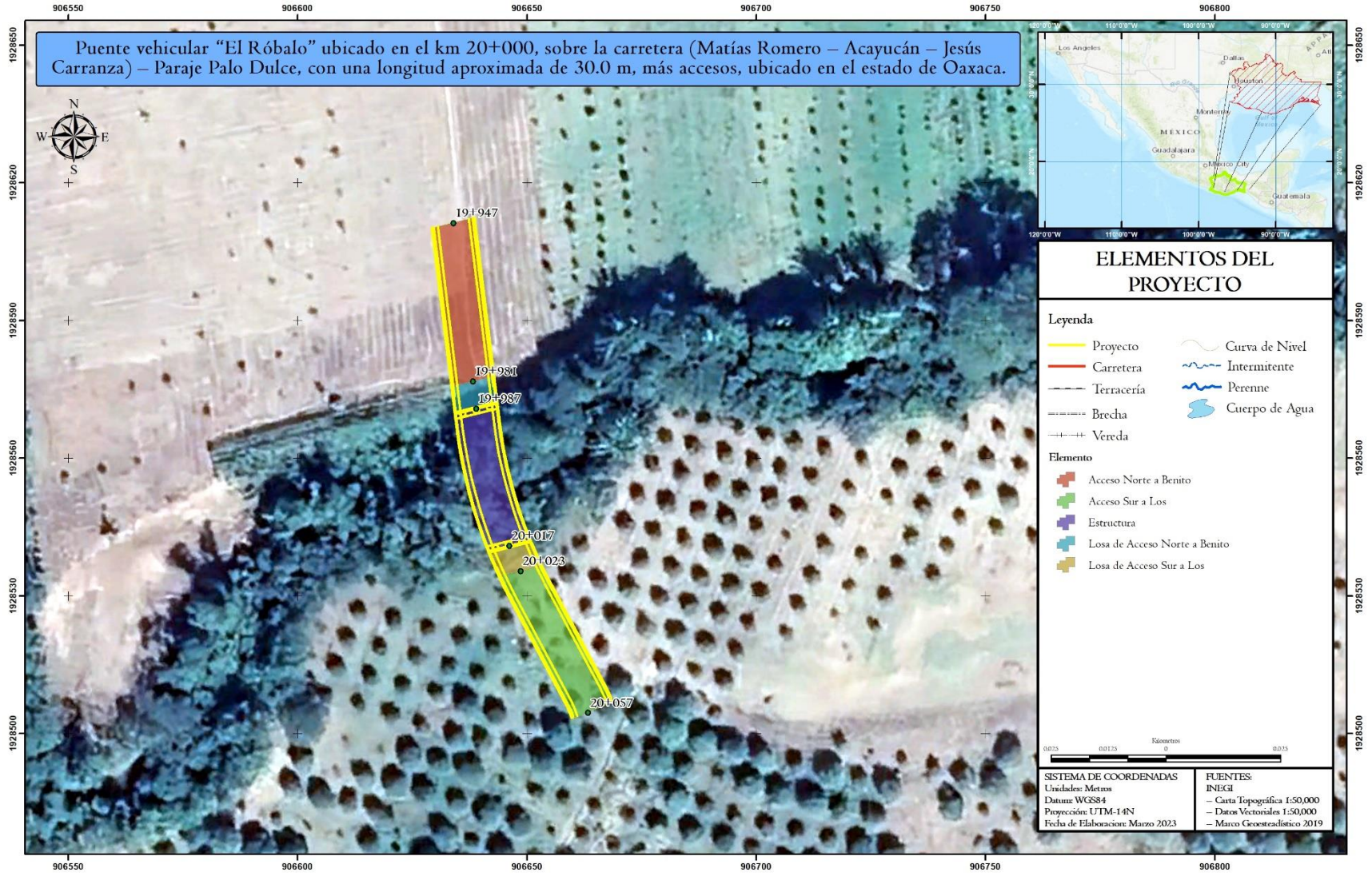
Como se puede observar en la imagen anterior, actualmente no existe una estructura para librar las aguas del arroyo, por lo que la construcción de un puente permitirá mejorará las condiciones de comunicación y tránsito en las comunidades aledañas, el camino con e l que conectará la vialidad está a nivel de terracería y en un futuro el mismo será modernizado a un camino tipo C, aunque por temas presupuestales no se considera en esta primer instancia.

Tabla II. 2 Elementos del proyecto

Elementos	Longitud	Cadenamiento	UTM	
			ESTE	NORTE
Acceso Norte a Benito Juárez	34 metros	19+947.00	269072	1925856
Losa de Acceso Norte a Benito Juárez	6 metros	19+981.00	269075	1925822
Inicio Estructura	30.00 metros	19+987.00	269076	1925816
Fin Estructura		20+017.60	269082	1925786
Losa de Acceso Sur a Los Ángeles	6 metros	20+023.60	269085	1925780
Acceso Sur a Los Ángeles	34 metros	20+057.60	269098	1925749

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen II. 7 Elementos del proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

II.1.4 Inversión requerida

Para el desarrollo del proyecto: Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca, se contempla una inversión de más de doce millones de pesos, considerando exclusivamente la obra civil, como se muestra a continuación:

Tabla II. 3 Costo del Proyecto

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Importe
TERRACERÍAS				
Despalme de espesor variable en corte y terraplén, el material producto del despalme se desperdicia en el banco que indicará el contratista, P.U.O.T.	m³	1,078.00	$ 42.68	$ 46,009.04
Excavación de cortes cualquiera que sea su clasificación en terreno natural, el material producto del corte se aprovecha, P.U.O.T.	m³	35.00	$ 161.12	$ 5,639.20
Excavación de cajas para desplante de terraplenes cualquiera que sea su clasificación en terreno natural, el material producto de la excavación se desperdicia, P.U.O.T.	m³	6.00	$ 95.83	$ 574.98
Compactación del terreno natural en el área de desplante de terraplenes al 90 % conforme lo indicado en el proyecto, P.U.O.T.	m³	898.00	$ 87.17	$ 78,278.66
Compactación de la cama de los cortes al 95 % conforme lo indicado en el proyecto, P.U.O.T.	m³	94.00	$ 48.06	$ 517.64
Construcción de terraplenes utilizando materiales compactables procedentes de bancos de proyecto, en el cuerpo del terraplén compactado al 90 % conforme lo indicado en el proyecto, incluye carga a unidades de transporte, P.U.O.T.	m³	9,708.00	$ 181.54	$ 1,762,390.32
Formación y compactación de terraplenes utilizando materiales compactables procedentes de banco, en la capa subyasente compactada al 95% conforme lo indicado en el proyecto, P.U.O.T.	m³	554.00	$ 192.05	$ 106,395.70
Formación y compactación de terraplenes utilizando materiales compactables procedentes de banco, en la capa subrasante compactada al 100% conforme lo indicado en el proyecto, P.U.O.T.	m³	909.00	$ 197.43	$ 179,463.87
				$ 2,183,269.41
PAVIMENTOS				
Pedraplen de 50 cm de espesor, con material formado por fragmentos de roca y gravas con tamaños de partículas de 12" a 3", el material será bandeado y la capa se construirá con material procedente del banco, P.U.O.T.	m³	2,589.73	$ 457.18	$ 1,183,972.76
Capa rompedora de capilaridad de 30 cm de espesor, con material formado por gravas con tamaños de partículas de 3" a 1 1/2", acomodados con la oruga de tractor, con material procedente de banco, P.U.O.T.	m³	1,567.55	$ 474.76	$ 744,210.04
Base hidráulica de 15 cm, con materiales pétreos procedentes de bancos que elija el contratista , compactada al 100 % conforme lo indicado en el proyecto, P.U.O.T. Incluye: carga de material a unidades de transporte.	m³	418.88	$ 642.71	$ 269,218.36

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Importe
Riego de impregnación ECI-60 (1.5 lt x 1 m2) con emulsiones asfálticas de rompimiento lento, P.U.O.T	lt	4,188.80	$ 18.43	$ 77,199.58
Riego asfáltico de liga con emulsión de rompimiento rápido (0.7 lt x 1 m2), por unidad de obra terminada.	lt	1,859.48	$ 17.87	$ 33,228.91
Carpeta Asfáltica de 5 cm de espesor, compactada al 95% de su Peso Volumétrico Marshall, con Cemento Asfáltico PG 64H-16, P.U.O.T.	m³	132.82	$ 1,955.31	$ 259,704.27
				$ 2,567,533.93
OBRAS COMPLEMENTARIAS				
Cunetas de sección Triangular revestidas de zampeado de concreto hidráulico de f´c = 150 kg/cm². P.U.O.T.	m	60	$ 456.34	$ 27,380.40
Lavadero de 1.40 m de ancho de concreto hidráulico simple de f'c = 150 kg/cm2, por unidad de obra terminada.	m	50.5	$ 413.65	$ 20,889.33
Banqueta de concreto hidráulico reforzado, colada en el lugar de f'c = 150 kg/cm2, cualquier otro ancho, y espesor de 10 cm; en puentes, por unidad de obra terminada.	m2	14.30	$ 635.91	$ 9,093.51
Bordillo de concreto hidráulico de f´c = 150 kg/cm² de 12 x 8 x 16 cm, con tamaño máximo de agregado de 1.90 cm (3/4"). P.U.O.T.	m	310	$ 203.85	$ 63,193.50
				$ 120,556.74
ESTRUCTURA				
PARAPETO Y BANQUETA				
Concreto de f'c = 150 kg/cm2, Banqueta.	m3	24.00	$ 1,597.79	$ 38,346.96
Concreto hidráulico de f'c = 250 kg/cm2. Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.				
Guarnición y remate de parapeto	m3	11.00	$ 32.77	$ 360.47
Acero de refuerzo de L.E ≥ 4200 kg/cm². Incluye suministro, habilitado, colocación y todo lo necesario para su correcta, P.U.O.T.				
Guarnición y remate de parapeto	kg	2,096.00	$ 33.67	$ 70,572.32
Banqueta	kg	603.00	$ 33.67	$ 20,303.01
Acero Estructural A-36 en pilastras	kg	1,224.00	$ 103.77	$ 127,014.48
Pernos de 2.5 con tuerca	pza	576.00	$ 408.93	$ 235,543.68
Tubo de Acero Galvanizado de:				
Diámetro de 7.6 nominal	kg	763.00	$ 210.69	$ 160,756.47
Diámetro de 6.4 nominal	kg	6.30	$ 210.69	$ 1,327.35

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Importe
Diámetro de 5.1 nominal	kg	365.00	$ 210.69	$ 76,901.85
Diámetro de 3.8 nominal	kg	2.94	$ 210.69	$ 619.43
Tubo de cartón comprimido de 21 cm de diámetro	m	2.4	$ 362.57	$ 870.17
SUB-ESTRUCTURA				
Perforación en suelo para pilas de cimentación de 180 cm de diámetro, P.U.O.T.	m3	1221.44	$ 1,390.50	$ 1,698,412.32
Concreto hidráulico de f'c = 250 kg/cm2, Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.				
Cabezales	m3	46.48	$ 3,761.62	$ 174,840.10
Muro de respaldo, tope sísmico, bancos y ménsula	m3	18.99	$ 3,170.24	$ 60,202.86
Losa de Transición	m3	33.68	$ 3,338.17	$ 112,429.57
Aleros	m3	13.60	$ 3,734.18	$ 50,784.85
Muro pantalla	m3	3.80	$ 3,734.18	$ 14,189.88
Concreto hidráulico de f'c = 300 kg/cm2, Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución, en pilas P.U.O.T.	m3	350.00	$ 3,960.20	$ 1,386,070.00
Acero de refuerzo de L.E ≥ 4200 kg/cm². Incluye suministro, habilitado, colocación y todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.				
Pilas	kg	83,732.00	$ 32.77	$ 2,743,897.64
Cabezales	kg	4,499.00	$ 33.04	$ 148,646.96
Muro de respaldo, tope sísmico, bancos, aleros y ménsula	kg	2,455.00	$ 32.77	$ 80,450.35
Losa de Transición	kg	7,212.00	$ 33.04	$ 238,284.48
Aleros	kg	680.00	$ 32.77	$ 22,283.60
Muro Pantalla	kg	146.00	$ 32.80	$ 4,788.80
Suministro y colocación de cartón asfaltado o espuma de poliestireno de 2 cm de espesor. Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.	m2	17.07	$ 1,244.87	$ 21,249.93
Concreto de f'c = 100 kg/cm2, plantilla de 5 cm de espesor para Losas de Acceso	m3	1.12	$ 2,790.34	$ 3,125.18
Concreto de f'c = 150 kg/cm2, en plantilla. P.U.O.T.	m3	6.41	$ 2,170.30	$ 13,911.62
SUPER-ESTRUCTURA				
Concreto hidráulico de f'c = 300 kg/cm2, Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.				
Losa	kg	63.00	$ 33.04	$ 2,081.52
Diafragmas	m3	8.00	$ 2,972.83	$ 23,782.64
Concreto hidráulico de f'c = 500 kg/cm2, Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T. En Trabes Presforzadas	m3	95.79	$ 3,860.30	$ 369,778.14

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Importe
Acero de refuerzo de L.E ≥ 4200 kg/cm². Incluye suministro, habilitado, colocación y todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.				
Losa	m3	7032.00	$ 3,338.17	$ 23,474,011.44
Trabes presforzada	kg	17970.00	$ 32.80	$ 589,416.00
Diafragmas	m3	400.00	$ 2,972.83	$ 1,189,132.00
Acero de Presfuerzo de baja relajación Torones de 0.6" L.R=19000 kg/cm2	kg	8298.00	$ 48.19	$ 399,880.62
Ducto de plástico de 2.5 cm de diámetro	m	16.80	$ 120.60	$ 2,026.08
Acero de refuerzo para anclajes de L.E ≥ 4200 kg/cm². Incluye suministro, habilitado, colocación y todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.	kg	648.00	$ 32.77	$ 21,234.96
Ducto de plástico de 3.8 cm de diámetro en diafragmas y trabes	m	29.81	$ 80.60	$ 2,402.69
Ducto de plástico de diámetro de 7.6x56 en drenes	pza	15.00	$ 120.30	$ 1,804.50
Carpeta Asfáltica, compactada al 95% de su Peso Volumétrico Marshall, con Cemento Asfáltico PG 64H-16, P.U.O.T.	m³	15.68	$ 1,955.31	$ 30,659.26
Cables cascabel galvanizado serie 6x37 para izaje	kg	174.00	$ 42.00	$ 7,308.00
Vars 8c con rosca en sus extremos de L.e> 4200 kg/cm2	kg	120.00	$ 32.77	$ 3,932.40
Acero estructural A-36 en placas de anclaje	jgos	16.00	$ 127.50	$ 2,040.00
Tubo engargolado metálico de 10 cm de diámetro, P.U.O.T.	m	550.08	$ 390.20	$ 214,641.22
Lechada de cemento en vainas, P.U.O.T.	dm3	330.0	$ 11.81	$ 3,904.39
Mortero grout para colado de sello, P.U.O.T.	dm3	615.00	$ 49.86	$ 30,663.90
Anclaje tipo 12K15, P.U.O.T	pza	18.00	$ 1,120.40	$ 20,167.20
Placa de acero A-36 de repartición de cables de 15x25.5 cm, P.U.O.T.	pza	6.00	$ 140.30	$ 841.80
Placa de acero A-36 de repartición de cables de 15x30.0 cm, P.U.O.T.	pza	12.00	$ 140.30	$ 1,683.60
Montaje de trabes y todo lo necesario para su correcta ejecución	pza	6.00	$ 24,026.11	$ 144,156.66
JUNTAS				
Junta de calzada Tipo N65 ó similar	m	10.25	$ 750.60	$ 7,693.65
APOYOS				
Neopreno ASTM D2240, Dureza Shore 60 (ft=100 kg7cm2) 40x35x5.7. Incluye suministro, habilitado, colocación y todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.	DM3	4.79	$ 511.92	$ 2,452.10

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Importe
Neopreno ASTM D2240, Dureza Shore 60 (ft=100 kg7cm2) 40x35x4.1. Incluye suministro, habilitado, colocación y todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.	DM3	3.44	$ 511.92	$ 1,761.00
NEOPRENO DUREZA SHORE-60, NORMAS astm, en topes 20x20x2.5	DM3	4.00	$ 511.92	$ 2,047.68
ACCESOS				
Defensa de lámina de acero galvanizado calibre 12 (12 kg/m) tipo IMSA o similar	m	160.00	$ 1,944.67	$ 311,147.20
Poste IPR de 6"x4x150 cm (12.7 kg/m)	kg	1423.00	$ 210.69	$ 299,811.87
Concreto fc=250 kg/cm2 en guarniciones	kg	14.00	$ 4,067.11	$ 56,939.54
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 en guarniciones	m3	1952.00	$ 33.67	$ 65,723.84
				$ 4,789,310.21
CAJONES				
Concreto hidráulico de f'c = 250 kg/cm2, Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.	m3	386.30	$ 3,338.17	$ 1,289,535.07
Concreto de f'c = 150 kg/cm2, en plantilla. P.U.O.T.	m3	29.44	$ 3,809.37	$ 112,147.85
Acero de refuerzo de L.E ≥ 4200 kg/cm². Incluye suministro, habilitado, colocación y todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.	kg	78,828.00	$ 32.77	$ 2,583,193.56
Suministro y colocación de cartón asfaltado o espuma de poliestireno de 2 cm de espesor. Incluye todo lo necesario para su correcta ejecución, P.U.O.T.	m2	24.00	$ 1,244.87	$ 29,876.88
Pedraplen, el material será bandeado y la capa se construirá con material procedente del banco, P.U.O.T.	m³	1,160.11	$ 457.18	$ 530,379.09
				$ 4,545,132.45
SEÑALAMIENTO VIAL				
Marcas M-1.1 Raya continua, con pintura termoplástica color amarilla retrorreflejante de 10 cm de ancho, por unidad de obra terminada (longitud efectiva).	ML	380.00	$ 43.41	$ 16,495.80
Botones DH-1.1 Retrorreflejantes y delimitadores sobre el pavimento, en curvas, de forma trapecial, plásticos de dos caras, color amarillo retrorreflejante, P.U.O.T.	PZA	13.00	$ 43.41	$ 564.33
Señal SIG con tablero de 30 cm x 178 cm, con película reflejante tipo A o B, por unidad de obra terminada.	PZA	2.00	$ 2,860.30	$ 5,720.60
Señal SP con tablero de 71 cm x 71 cm, en dos postes, en curva cerrada, con película reflejante tipo A o B, por unidad de obra terminada.	PZA	4.00	$ 2,513.13	$ 10,052.52
Señal SR con tablero de 71 cm x 71 cm, en dos postes, en curva cerrada, con película reflejante tipo A o B, por unidad de obra terminada.	PZA	4.00	$ 786.66	$ 7,146.64

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Importe
Indicadores de alineamiento OD·6, de policloruro de vinilo (PVC) blanco, por unidad de obra terminada.	PZA	8.00	$ 152.16	$ 1,217.28
				$ 41,197.17
SEÑALAMIENTO DE PROTECCIÓN DE OBRA				
Instalación de señalamiento y dispositivos para protección en obras SIP-7 "Principia tramo en construcción " (178x71 cm) en camino abierto, en conservación, conforme a lo establecido en el proyecto, por unidad de obra terminada.	pza	2.00	$ 21,040.32	$ 42,080.64
Instalación de señalamiento y dispositivos para protección en obras SIP-7 " tramo en construcción a 150 m" (178x71 cm) en camino abierto, en conservación, conforme a lo establecido en el proyecto, por unidad de obra terminada.	pza	2.00	$ 21,040.32	$ 42,080.64
Instalación de señalamiento y dispositivos para protección en obras SIP-7 "Termina tramo en construcción" (178x71 cm) en camino abierto, en conservación, conforme a lo establecido en el proyecto, por unidad de obra terminada.	pza	2.00	$ 21,040.32	$ 42,080.64
Instalación de señalamiento y dispositivos para protección en obras SPP-21 "Estrechamiento Asimetrio" (71x71 cm) en camino abierto, en conservación, conforme a lo establecido en el proyecto, por unidad de obra terminada.	pza	2.00	$ 2,300.87	$ 4,601.74
Instalación de señalamiento y dispositivos para protección en obras SPP-18 "Doble circulación" (72x71 cm) en camino abierto, en conservación, conforme a lo establecido en el proyecto, por unidad de obra terminada.	pza	2.00	$ 2,300.87	$ 4,601.74
Instalación de señalamiento y dispositivos para protección en obras SRP-9 "Velocidad de tránsito 30 km/hr" (71x73cm) en camino abierto, en conservación, conforme a lo establecido en el proyecto, por unidad de obra terminada.	pza	4.00	$ 6,597.73	$ 26,390.92
Suministro y colocación de Trafitambos, por unidad de obra terminada.	pza	11.00	$ 520.40	$ 5,724.40
Tablero con flecha para desvío a base de LEDS	pza	2.00	$ 15,271.26	$ 30,542.52
Lampara de destello 2 caras, alimentación electrónica de 2 baterías "D" alcalinas, con luz led color roja parpadeante, por unidad de obra terminada	pza	11.00	$ 830.20	$ 9,132.20
Banderas reflejantes (60x60 cm)	pza	6.00	$ 66.20	$ 397.20
Barrera fija en serie	pza	41.00	$ 890.20	$ 36,498.20
				$ 244,130.84

	Costo total de la obra		
		Subtotal	$ 44,491,130.75
		IVA	$ 7,118,580.92
		Total	$ 51,609,711.67

Es importante señalar que el monto contempla únicamente la obra civil, por lo que se debe considerar un 5% adicional para ejecutar las medidas de mitigación del proyecto.

II.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

AGROPECUARIO Y FORESTAL.

El municipio de Matías Romero Avendaño cuenta actualmente con una población estimada en más de 38,183 habitantes, con una densidad de 27.95 personas por km^2, el municipio es productor de emigrantes debido al escaso número de empleos ofertados, debido a la limitada actividad económica y la carencia de servicios, por lo que encuentran en otros lugares las oportunidades que no existen en el municipio. Su población es predominantemente rural, con excepción de la cabecera municipal considerada la única zona urbana en el municipio. Por tal razón y por las características propias del municipio, es indispensable la reactivación económica de las principales actividades como la ganadería, agricultura, pesca, turismo y minería.

El municipio de San Juan Cotzocón cuenta actualmente con una población estimada en más de 22,356 habitantes, con una densidad de 23.53 personas por km^2. Su población es predominantemente rural, con excepción de la cabecera municipal considerada la única zona urbana en el municipio. Por tal razón y por las características propias del municipio, es indispensable la reactivación económica de las principales actividades como la ganadería, agricultura, pesca, turismo y minería.

MINERIA

El municipio de Matías Romero Avendaño no cuenta con proyectos mineros, debido a que no se han desarrollado estudios que indiquen que la región cuente con potencial minero.

El municipio de San Juan Cotzocón se encuentran bancos de materiales (piedra) utilizada para la construcción y revestimientos de los caminos; la arena y grava se obtiene principalmente del río Trinidad en las poblaciones de El Carrizal, María Lombardo, San Felipe y en menor escala de las comunidades de Jaltepec El Porvenir y otros.

PESCA Y ACUACULTURA

La actividad acuícola va tomando forma con el paso del tiempo en Matías Romero Avendaño, la deforestación desmedida que se ha dado en el territorio municipal ha provocado que las corrientes superficiales disminuyan considerablemente. También esto ha orillado que los productores inviertan en la construcción de represas y pequeñas ollas de agua que se usan con doble fin, proveer agua al ganado y mantener peces para consumo humano. Existen también productores que han invertido en la construcción de tanques de cemento para la producción especializada de mojarra principalmente la Tilapia. Es muy importante implementar programas de capacitación para fortalecer el bien hacer y la buena práctica

El municipio de San Juan Cotzocón la acuacultura es una opción productiva en las comunidades marginadas, se cuenta con 5 represas en el municipio construidas como parte de un programa de desarrollo rural de la región. Dichas represas cuentan con una extensión de 0.5 a 1 ha de extensión y 5 m de profundidad. No han obtenido respuesta muy favorable debido a que no se previeron algunos riesgos como la estructura del control hidráulico, las características propias de la especie dando como resultado una reproducción incontrolada. Existen represas artesanales que han sido construidas por los productores con sus propios recursos, estas son de dimensiones y profundidades variadas, y con doble propósito: servir de abrevadero para el ganado y la producción de peces (tilapia) principalmente. La producción es destinada para autoconsumo.

TURISMO

El municipio de Matías Romero Avendaño cuenta con un gran potencial para explotar el sector turístico, debido a su cercanía con la costa del Golfo de México y Océano Pacífico, aunado a sus paisajes, ríos y montañas, elementos indispensables para el turismo de naturaleza, turismo rural y turismo de aventura. Además de una oferta gastronómica variada y actividades culturales, relacionadas con los pueblos originarios de la región.

No existen registros de estudios sobre el potencial turístico en el municipio de San Juan Cotzocón.

INDUSTRIA Y AGROINDUSTRIA

Estas actividades en el municipio de Matías Romero Avendaño son en pequeña escala y comprende a microempresas y talleres artesanales, relacionados con actividades agropecuarias, acuícolas, silvícolas e industriales. Existen diversos problemas a nivel municipal por los que el desarrollo de estas actividades es limitado, provocando la migración de sus habitantes hacía zonas industriales del norte del país y E.U.A. De acuerdo con el Diagnóstico y Plan Municipal de Desarrollo de San Juan Mixtepec, Oaxaca. Trienio 2019-2021, el municipio cuenta con pequeñas industrias dedicadas a la manufactura, servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.

El sector industrial de San Juan Cotzocón se encuentra en desarrollo y sus actividades son locales y a pequeña escala. Existe la iniciativa en la industria textil, láctea, así como el de transformación de subproductos de la ganadería y agricultura.

COMERCIO Y ABASTO

El comercio en Matías Romero Avendaño representa una actividad económica importante, pero sin el desarrollo necesario que permita satisfacer la demanda de los diferentes productos que requiere la sociedad, además la calidad de los existentes es poco competitiva en calidad y precios, por lo que muchos ciudadanos de Matías Romero Avendaño deciden trasladarse a los municipios de Juchitán y Tehuantepec, o bien de otras zonas del país para obtener los productos que requieren.

En cuanto a San Juan Cotzocón, el comercio es realizado en pequeña escala, por lo que los pobladores del municipio de trasladan a los municipios de Ayutla, Oaxaca de Juárez, María Lombardo de Caso, Tuxtepec y Acayucan Veracruz para satisfacer sus necesidades de insumos.

COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

En Matías Romero Avendaño las comunidades urbanas, suburbanas y rurales cuentan, en materia de infraestructura de comunicación y transportes con: telefonía residencial y móvil, fax, internet, carreteras y caminos. La infraestructura existente ha sido en parte el esfuerzo de gobierno y sociedad y por otra parte la modernización de las tecnologías de la información y la comunicación a través de servicios privados que prestan empresas telefónicas, sin embargo, el proceso su crecimiento ha sido lento, debido a la conformación orográfica del municipio, por lo que es importante transformar las estrategias para avanzar con mayor rapidez hacia la modernización en las comunicaciones y transportes.

Por otra parte, las comunidades de San Juan Cotzocón las comunidades urbanas, suburbanas y rurales cuentan, en materia de infraestructura de comunicación y transportes con: telefonía residencial y móvil, fax, internet, carreteras y caminos. Sin embargo, la mayoría de los caminos que comunican a las comunidades del municipio son caminos de terracería que requieren mantenimiento anual.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1 Programa de trabajo

En la siguiente tabla se presenta el programa general de trabajo que incluye las actividades previas y las de construcción del proyecto: Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado 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. Asimismo, por ser una vía de comunicación, no se tiene contemplado el abandono de la obra.

Tabla II. 4 Programa de Ejecución de la obra por conceptos.

ACTIVIDAD	TRIMESTRES											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ACTIVIDADES PREVIAS												
Estudios y permisos, Gestiones, asignación de recursos.	SE CONSIDERAN TRES AÑOS PARA LOS ACTOS ADMINISTRATIVOS, LO QUE CONTEMPLA 12 TRIMESTRES											
PREPARACIÓN DEL SITIO												
Instalación de taller y bodega												
Colocación de señalamientos												
Trazo y nivelación												
Deshierbe y despalme de terreno												
Limpieza del terreno												
Adecuación accesos temporales												
Compactación del terreno natural al 90%												
Formación y compactación de terraplenes acondicionados con sus cuñas de sobreancho												
CONSTRUCCIÓN												
Excavación para estructuras												
Concreto hidráulico en plantilla para desplante de estribos y pilas												
Concreto hidráulico en cuerpo de pilas, estribos y aleros												
Concreto hidráulico: En coronas de estribos y pilas, así como en pantallas laterales, topes antisísmicos y bancos de apoyo de estribos y pilas												
Construcción de accesos												
SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE												
Concreto hidráulico: En diafragmas, en prelosas de superestructura, en losas de superestructura y en guarnición de camellón central												
Concreto hidráulico: En banquetas de camellón central												
Concreto asfáltico en carpeta												
SEÑALAMIENTOS												
Instalación de señalamientos												
Limpieza de la obra												

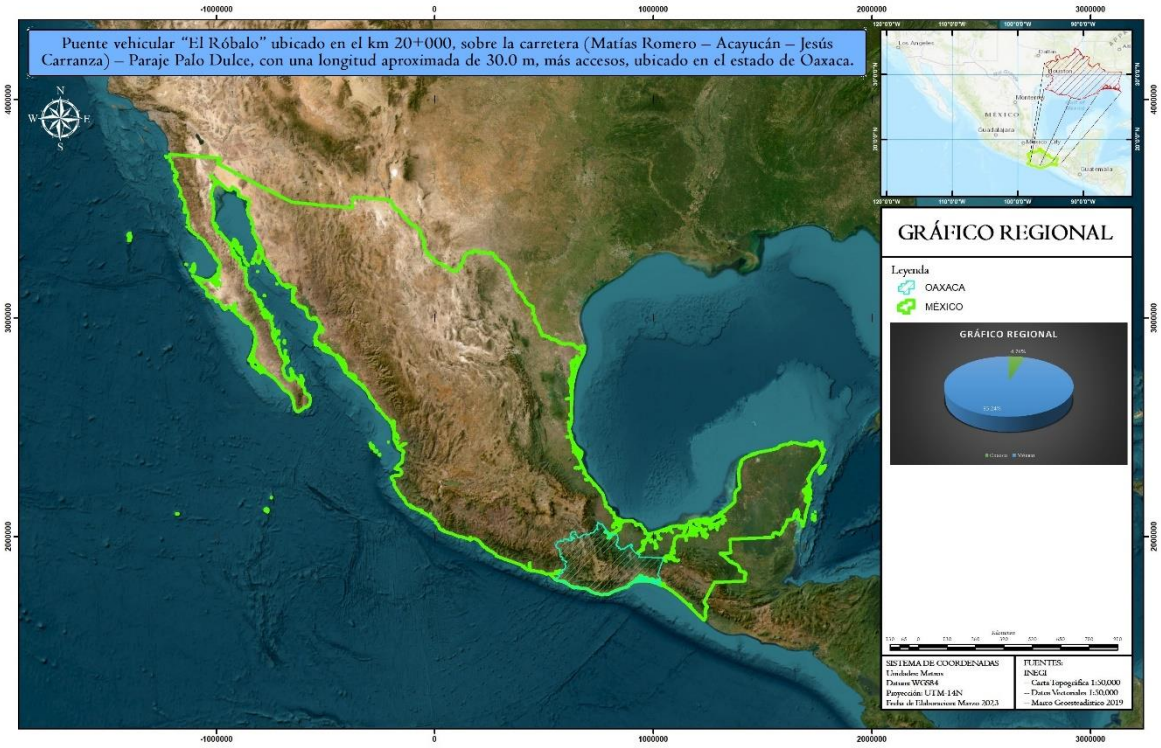
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Así mismo como se muestra en la tabla anterior, previo al inicio de la construcción del proyecto se estima un tiempo de tres años, para poder gestionar todos los permisos necesarios, así como los recursos para la construcción del proyecto, una vez obtenidos se iniciará la construcción de la obra, la cual se estima en tres años adicionales; Por lo que el tiempo para desarrollar el proyecto será de seis años.

II.2.2 Representación Gráfica Regional

El proyecto: Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca. como su nombre lo indica se desarrolla en el Estado de Oaxaca, del cual se puede mencionar que se ubica en el Suroeste del país, entre las coordenadas 18° 4' y 15° 39' de Latitud norte y los -98° 29' y -93° 52' de longitud oeste. El estado cuenta con una superficie total de 93,952 km cuadrados, de los cuales corresponden a su superficie continental y a su superficie insular. El estado de Oaxaca representa 4.7 % de la superficie del país. Oaxaca está ubicada en una región naturalmente fértil, cuenta con 34 ríos y 4 presas. Cuenta con 482 kilómetros del litoral pertenecientes al Océano Pacífico, lo que representa el 4.3 % del total nacional. Además de tener 17 bahías y 4 esteros, cuenta con de plataforma continental y 106, 900 hectáreas de lagunas litorales.

Imagen II. 8 Representación Regional del proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

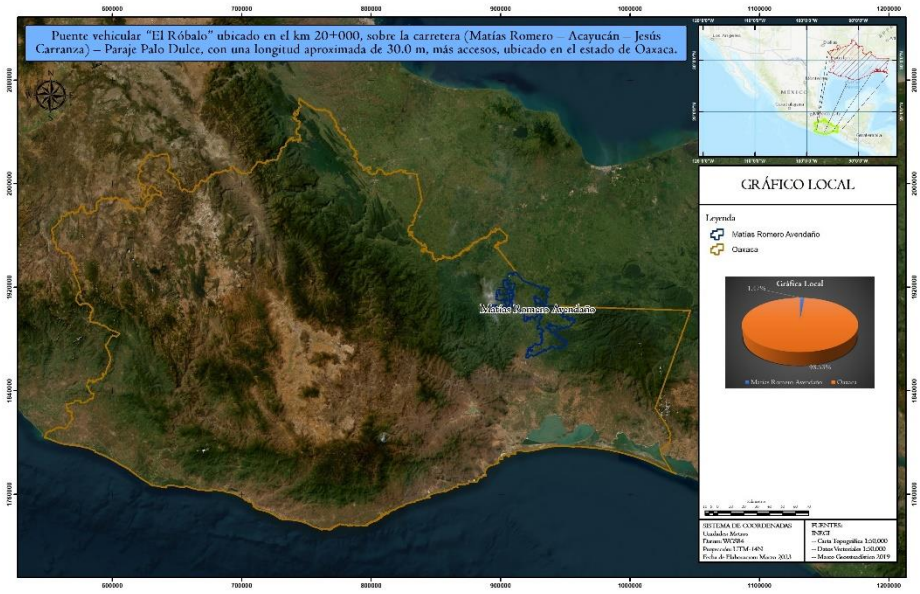
II.2. 3 Representación Gráfica Local

El proyecto: Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca, se localiza inmerso en el municipio de Matías Romero Avendaño:

- El municipio Matías Romero Avendaño se encuentra en la región de la Sierra Sur del estado de Oaxaca, Entre los paralelos 16°49' y 17°26' de latitud norte; los meridianos 94°42' y 95°19' de longitud oeste; altitud entre 0 y 500 m. La parte principal colinda al norte con el municipio de San Juan Cotzocón y el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; al este con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y el municipio de Santa María Chimalapa; al sur con los municipios de Santa María Chimalapa, El Barrio de la Soledad, Santa María Petapa y San Juan Guichicovi; al oeste con los municipios de San Juan Guichicovi, San Juan Mazatlán y San Juan Cotzocón. La fracción restante colinda al norte y oeste con el municipio de San Juan Mazatlán; al este con el municipio de San Juan Guichicovi; al sur con los municipios de San Juan Guichicovi y San Juan Mazatlán. El municipio tiene una superficie de aproximadamente 1,357.17 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altitud promedio entre 0 y 500 metros sobre el nivel del mar. Ocupa el 1.44% de la superficie del estado. Cuenta con 134 localidades y una población total de 38 019 habitantes. El área municipal se encuentra sobre suelo del Cuaternario y rocas sedimentarias del Neógeno, en llanura aluvial con lomerío; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Luvisol, Regosol y Phaeozem; tienen clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media.

En la siguiente imagen se muestra la localización del proyecto.

Imagen II. 9 Representación local del proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

II.2. 4 dimensiones del Proyecto

La estructura que se pretende desarrollar tiene una longitud de 30.00 metros, con un ancho total de 10.10 metros para dos carriles de circulación desarrollados para una carga viva de 66.5 Toneladas. Los accesos que incluye tienen una longitud de 34 metros para el lado oeste (A Benito Juárez) y para el lado este (A Los Ángeles) de 34 metros (incluyendo las losas de acceso). La superestructura contempla una superficie de 292.42 m^2, los accesos consideran una superficie conjunta de 654.79 m^2 y la losa de acceso para ambos lados del puente de 114.13 m^2 toda esta estructura se encuentra inmersa en el municipio de Matías Romero Avendaño y se propone el presente proyecto con el objetivo de contar con una infraestructura que permita conectar las localidades de Rancho la Peña y San Juan del Río, para asegurar el tránsito de las personas de una forma segura, así como el intercambio de bienes y servicios en la región, la cual actualmente se ve interrumpida cuando el caudal del río incrementa.

Tabla II. 5 Especificaciones del proyecto.

DESCRIPCION	ESTRUCTURA NUEVA
LONGITUD DE LA ESTRUCTURA:	30.00 metros
SUPERFICIE DE ACCESOS:	Cuenta con dos accesos con las siguientes características: Acceso Norte, con una longitud de 34 metros, con una superficie de 330.30 m^2 Losa de Acceso Norte, con una longitud de 6 metros, con una superficie de 57.21 m^2 Losa de Acceso Sur, con una longitud de 6 metros, con una superficie de 56.91 m^2 Acceso Sur, con una longitud de 34 metros, con una superficie de 324.48 m^2
TIPO DE CAMINO DE LA CARRETERA EXISTENTE:	El proyecto se localiza sobre un camino tipo C, el cual tiene un ancho promedio de 6.0 metros, aunque dicho ancho es variable.
CLAROS	1 claro de 30 metros
GALIBO	1.71 metros en promedio
TIPO DE TERRENO:	Lomerío Típico
ANCHO DE CORONA	10.10 metros
SECCIÓN ESTRUCTURA	El proyecto tiene un ancho de calzada de 7.60 metros, con un carril por sentido, cada uno de 3.8 metros más 1.00 metros de banqueta y .25 metros de parapeto por lado.
SUPERFICIE DE LA ESTRUCTURA	Tiene una superficie de 292.42 m^2
SUPERFICIE DE OCUPACIÓN	Superficie de accesos: 654.78 m^2 Superficie de losas accesos: 114.13 m^2 Superficie de la estructura: 292.42 m^2 Superficie total de ocupación:1061.34 m^2
SUPERFICIE DE OCUPACIÓN DE ZONA FEDERAL	La zona federal de la porción Norte a Benito Juárez es de 96.56 m^2 y de la porción Sur a Los Ángeles es de 97.24 m^2, con una superficie conjunta para ambos lados de 193.80 m^2.
SUPERFICIE DE AFECTACIÓN	1,739.99 m^2, de la cual 200.04 m^2 corresponden a agricultura de humedad anual y permanente y 1,539.96 m^2 de pastizal cultivado

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

A continuación, se presentan las coordenadas y cadenamientos del proyecto:

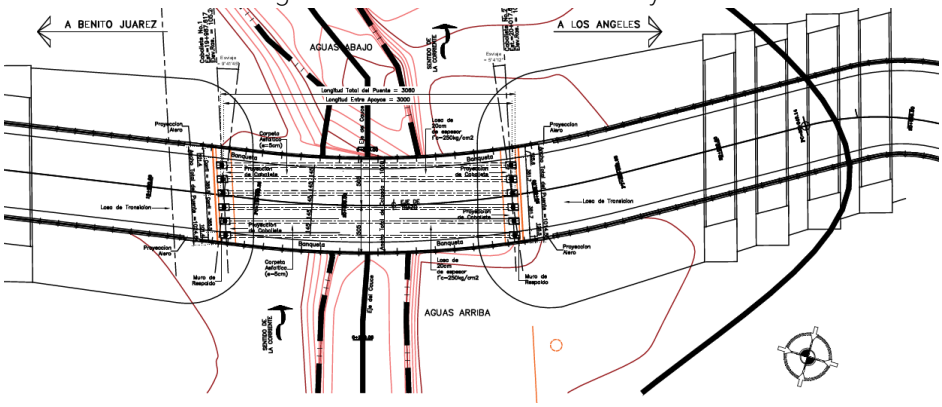
Tabla II. 6 Coordenadas del proyecto

Elementos	Longitud	Cadenamiento	UTM	
			ESTE	NORTE
Acceso Norte a Benito Juárez	34 metros	19+947.00	269072	1925856
Losa de Acceso Norte a Benito Juárez	6 metros	19+981.00	269075	1925822
Inicio Estructura	30.00 metros	19+987.00	269076	1925816
Fin Estructura		20+017.60	269082	1925786
Losa de Acceso Sur a Los Ángeles	6 metros	20+023.60	269085	1925780
Acceso Sur a Los Ángeles	34 metros	20+057.60	269098	1925749

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

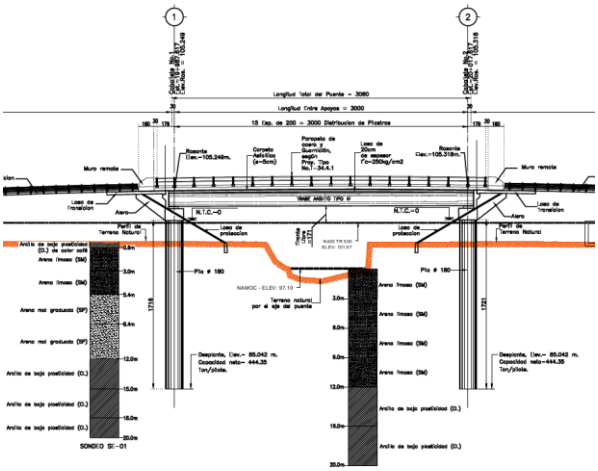
A continuación, se presentan las secciones del proyecto:

Imagen II. 10 Planta General del Proyecto



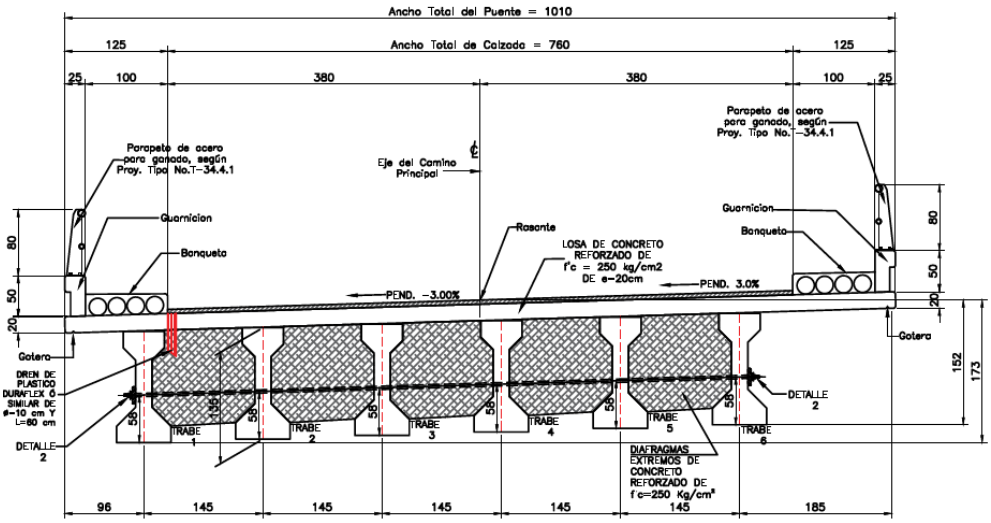
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen II. 11 Vista Longitudinal del proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen II. 12 Sección Tipo



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Obras de drenaje menor

Procedimiento constructivo de las obras de drenaje menor.

Todas las nomenclaturas que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a las normas de construcción para la infraestructura del transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

a) Cunetas

La conformación de las zanjas para formar las cunetas se efectuará mediante una excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, realizada conforme a lo establecido en la Norma N•CTR•CAR•1•01•005, Excavación para Canales.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la pendiente de la cuneta será la misma que la del camino.

Cuando la sección del camino pase de corte a terraplén, la cuneta se prolongará la longitud necesaria en diagonal, siguiendo la conformación del terreno, para desfogar el agua en terreno natural, en la obra de drenaje más cercana o hasta donde establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

a) Revestimiento

Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la conformación, se revestirá la cuneta mediante un zampeado para protegerla contra la erosión, conforme a lo establecido en la Norma N•CTR•CAR•1•02•002, Zampeado.

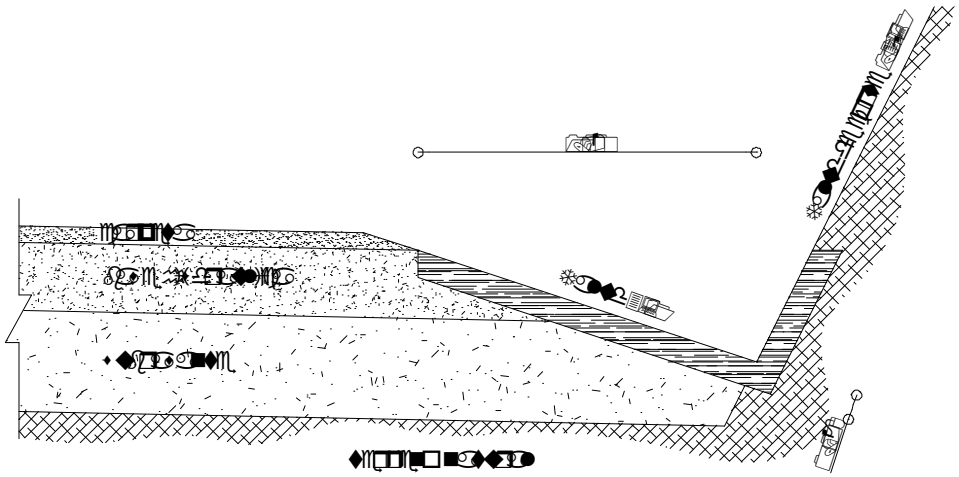
Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción del suelo-cemento, serán los que establezcan el proyecto o apruebe la Secretaría.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, el recubrimiento con concreto hidráulico simple, se construirá con juntas frías cada metro, mediante el colado de las losas en forma alternada y con longitud mínima de un (1) metro.

Norma de Construcción: Norma N•CTR•CAR•1•03•003/00

Imagen II. 13 Cunetas



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

b) Contracunetas

a. Localización

A menos que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, la contracuneta se ubicará a una distancia mínima de cinco (5) metros con respecto al cero del corte. Su punto de partida será la parte superior del corte, con un desarrollo sensiblemente paralelo al mismo y transversal al escurrimiento de la ladera. En laderas con pendiente mayor de treinta (30) grados, la cuneta se conformará siguiendo la tendencia general de las curvas de nivel, para evitar que tenga pendientes mayores de veinte (20) por ciento.

c) Excavación

La excavación para formar la contracuneta se efectuará de acuerdo con las secciones establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, conforme a lo establecido en la Norma N•CTR•CAR•1•01•005, Excavación para Canales.

A menos que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, la zanja iniciará con una sección trapezoidal con profundidad mínima de veinte (20) centímetros hasta obtener la sección establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, si ésta va a funcionar como canal; si va a funcionar como bordo, la excavación se hará aguas abajo para formar el bordo aguas arriba, evitando que el terreno se derrumbe y afecte al bordo.

La longitud de la contracuneta será la suficiente para llevar el agua desde el parteaguas hasta su desembocadura, generalmente en el fondo del cauce natural al que descarga.

d) Recubrimiento

Cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la excavación se revestirá la contracuneta mediante un zampeado para protegerla contra la erosión, conforme a lo establecido en la Norma N•CTR•CAR•1•02•002, Zampeado.

Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción del suelo-cemento, serán los que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

Norma de Construcción: Norma N•CTR•CAR•1•03•004/00.

e) Lavaderos

a. Localización

Los lavaderos se construirán sobre el talud y a ambos lados de los terraplenes en tangente, de preferencia en las partes con menor altura; solo en el talud interno de los terraplenes en curva horizontal en su parte más baja; en las partes bajas de las curvas verticales, en las secciones de corte en que se haya interceptado un escurridero natural que pase arriba de la rasante, que deba continuar drenando, y en las salidas de las obras menores de drenaje que lo requieran.

A menos que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Secretaría, en los tramos en tangente los lavaderos se construirán a cada cincuenta (50) metros. En ningún caso se colocarán bordillos y lavaderos en tramos sin pendiente longitudinal.

En los taludes de los cortes, los lavaderos se ubicarán de tal manera que capten el escurrimiento desde el punto superior y lo conduzcan hasta la parte inferior del corte, descargándolo a una caja amortiguadora ubicada al pie del lavadero y conectada a una cuneta o a una alcantarilla que permita el paso del escurrimiento aguas abajo.

b. Excavación

La excavación tendrá un ancho igual al ancho exterior del lavadero y una profundidad máxima igual a la profundidad de este, con las paredes correctamente perfiladas para alojar la sección del lavadero, prolongando la excavación hasta interceptar la superficie del acotamiento; se realizará conforme a lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-01-005, Excavación para Canales.

Si se emplean secciones de lámina corrugada de acero, la excavación se realizará de tal manera que se obtenga una plantilla de forma semicircular, con profundidad máxima igual al radio de la lámina empleada, prolongándola hasta interceptar el acotamiento.

El fondo de la excavación en que se asiente el lavadero estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades.

Los lavaderos para descargas de cunetas y contracunetas se prolongarán hasta desfogar en el terreno natural o en la alcantarilla más cercana; la sección de lavadero se ampliará para admitir la descarga con una menor pendiente.

c. Revestimiento

Como lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la excavación, se revestirá el lavadero mediante un zampeado para protegerlo contra la erosión, conforme a lo establecido en la Norma N•CTR•CAR•1•02•002, Zampeado.

Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada al grado establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

El tipo de recubrimiento, su espesor y la resistencia serán lo que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

En los casos en que sea necesario reducir la velocidad del agua en los lavaderos revestidos, se construirán escalones con disipadores de energía.

En el caso de lavaderos para descargas de cunetas y contracunetas que desfoguen en el terreno natural, será necesario construir un dentellón en el extremo de la descarga para evitar la erosión remontante, así como un delantal de protección hecho con fragmentos de roca, según lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

d. Lámina corrugada de acero

Como lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, una vez terminada la excavación, se colocarán láminas corrugadas de acero para proteger el lavadero contra la erosión.

La colocación de las láminas se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba.

Las piezas se colocarán de manera que en sus traslapes, el extremo de la lámina a la que le corresponda la parte superior del traslape, quede aguas arriba.

El sistema de sujeción para el ensamble de las piezas será el que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

e. Anclajes y remates

Como lo establezca el proyecto o lo apruebe la Secretaría, se construirán anclajes intermedios en los lavaderos, con separación entre tres (3) y cinco (5) metros, unidos por medio del colado monolítico con acero de refuerzo, o pijas especiales en el caso de láminas.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la unión del lavadero con el bordillo se hará en forma de arco o mediante una transición de cuarenta y cinco (45) grados con respecto al eje del lavadero y abanicos en la intersección del lavadero con el acotamiento que tengan pendiente de manera que se permita encauzar el agua rápidamente a la entrada del lavadero.

Norma de Construcción: Norma N•CTR•CAR•1•03•006/00

f) Bordillos

a. Localización

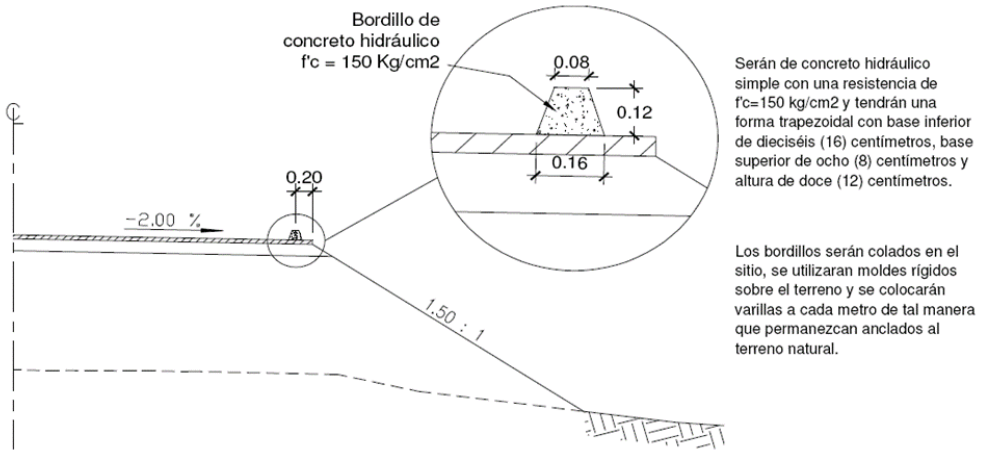
Los bordillos sólo se construirán en los terraplenes mayores de uno coma cinco (1,5) metros de altura, conforme las dimensiones y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

Los bordillos se ubicarán longitudinalmente en ambos lados en los terraplenes que se encuentren en tangente, sólo en el acotamiento interno de los terraplenes en curva horizontal y en la zona de terraplén de las secciones de corte en balcón.

Se colocarán en el lado exterior del acotamiento y a una distancia de veinte (20) centímetros del hombro del camino. No se construirán bordillos y lavaderos en tramos de carretera sin pendiente longitudinal.

En los tramos en tangente se dejará un espacio libre para la descarga del escurrimiento hacia los lavaderos ubicados a una distancia de entre cincuenta (50) y cien (100) metros, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

Imagen II. 14 Bordillos



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

b. Colocación

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, los bordillos tendrán forma trapezoidal con base inferior de dieciséis (16) centímetros, base superior de ocho (8) centímetros y altura de doce (12) centímetros. Los bordillos se colocarán considerando para cada tipo, lo siguiente:

c. Bordillos de concreto hidráulico

Los bordillos de concreto hidráulico simple tendrán la resistencia establecida en el proyecto y se elaborarán considerando lo indicado en la Norma N•CTR•CAR•1•02•003, Concreto Hidráulico.

Cuando los bordillos sean colados en el sitio, se utilizarán moldes rígidos sobre el terreno, colocando varillas a cada metro de tal manera que permanezcan anclados al terreno natural.

Cuando se empleen elementos precolados, el proyecto indicará el procedimiento de fabricación, colocación, tipo de anclaje y tratamiento de las juntas.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cuando la colocación del bordillo se realice mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada, el bordillo se anclará al terreno natural con varillas colocadas a cada metro.

Los bordillos de concreto hidráulicos colados en el lugar, deben curarse de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

d. Bordillos de concreto asfáltico

Los bordillos de concreto asfáltico se construirán utilizando los materiales y el procedimiento indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

Cuando los bordillos sean colados utilizando molde en el sitio, se utilizarán moldes colocados verticalmente o con un talud de un tercio a uno (1/3.:.1), rellenándose con el concreto asfáltico en capas de seis (6) centímetros de espesor ligeramente apisonadas.

Cuando la colocación del bordillo se realice mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada, para lograr una consistencia estructural adecuada, se vigilará la velocidad de avance de la máquina y el control de la temperatura, la cual será de ciento treinta (130) grados Celsius, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

e. Bordillos de suelo-cemento

Los bordillos de suelo-cemento se elaborarán con la proporción indicada en el proyecto o aprobado por la Secretaría y se construirán mediante el procedimiento de extrusión con una máquina especial autopropulsada. Para lograr una consistencia estructural adecuada, se tendrá especial cuidado en el control de la velocidad de avance de la máquina.

Norma de Construcción: Norma N•CTR•CAR•1•03•007/00

g) Alcantarillas con puntos corrugados de Alta Densidad

a. Excavación

La excavación para alcantarillas de tubos corrugados de polietileno de alta densidad se efectuará de acuerdo con las secciones y niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, conforme a lo indicado en la Norma N•CTR•CAR•1•01•007, Excavación para Estructuras.

La excavación se hará dejando una holgura de cincuenta (50) centímetros a cada lado de la tubería, para permitir la compactación del material de relleno, hasta una profundidad de quince (15) centímetros mayores que la profundidad de desplante de los tubos, para alojar la plantilla como se indica en la Fracción G.4. De esta Norma. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita.

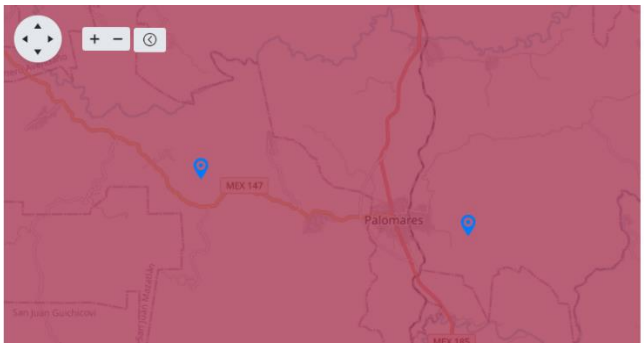
Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, en el caso de que en el fondo de la excavación se encuentre arcilla o limo de alta plasticidad (CH o MH) clasificados según el Manual M•MMP•1•02, Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelo o material blando o suelto, la excavación, en todo su ancho, se profundizará adicionalmente otros veinte (20) centímetros, para alojar una capa de cimentación como se indica en la Fracción G.3. De esta Norma, capa sobre la que se desplantará la plantilla.

El fondo de la excavación en que se asiente la alcantarilla estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades. Se excavarán canales de entrada y salida con la geometría y longitud establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, conforme a lo indicado en la Norma N•CTR•CAR•1•01•005, Excavación para Canales.

Caminos de acceso a la obra. - Cómo se ha mencionado anteriormente el puente se desarrolla sobre el camino: Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza, en el kilómetro 20+000, por lo que no se requiere la apertura de caminos de acceso, ya que se empleará la vialidad existente

Bancos de materiales. – Se emplearán los bancos de materiales autorizados conforme al inventario de la SCT para el Estado de Oaxaca, cerca del proyecto se localizan los siguientes bancos:

Imagen II. 15 Banco de Materiales cercanos al proyecto



Estado:	Oaxaca		
Nombre del banco:	EL PARAISO		
Kilómetro:	6000		
Ubicación:	KM 6+000 DESV DERE A 100 MTS		
Latitud:	17.1512	**Longitud:**	-95.1345
Desviación:	Derecha	**Metros:**	100
Tipo de propiedad:			
Tipo de Material:	MATERIAL PARA REVESTIMIENTO		
Tratamiento:	cribado		
Volumen x 1000 (m³):	200	**Espesor despalme (m):**	0.8
Usos probables:	Terracerías, Revestimiento		
Uso de explosivos:	No requiere	**Restricciones ecológicas:**	No existen
Aspectos económicos:	Aceptable	**Reporte calidad:**	Reporte

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla II. 7 Características del banco de materiales

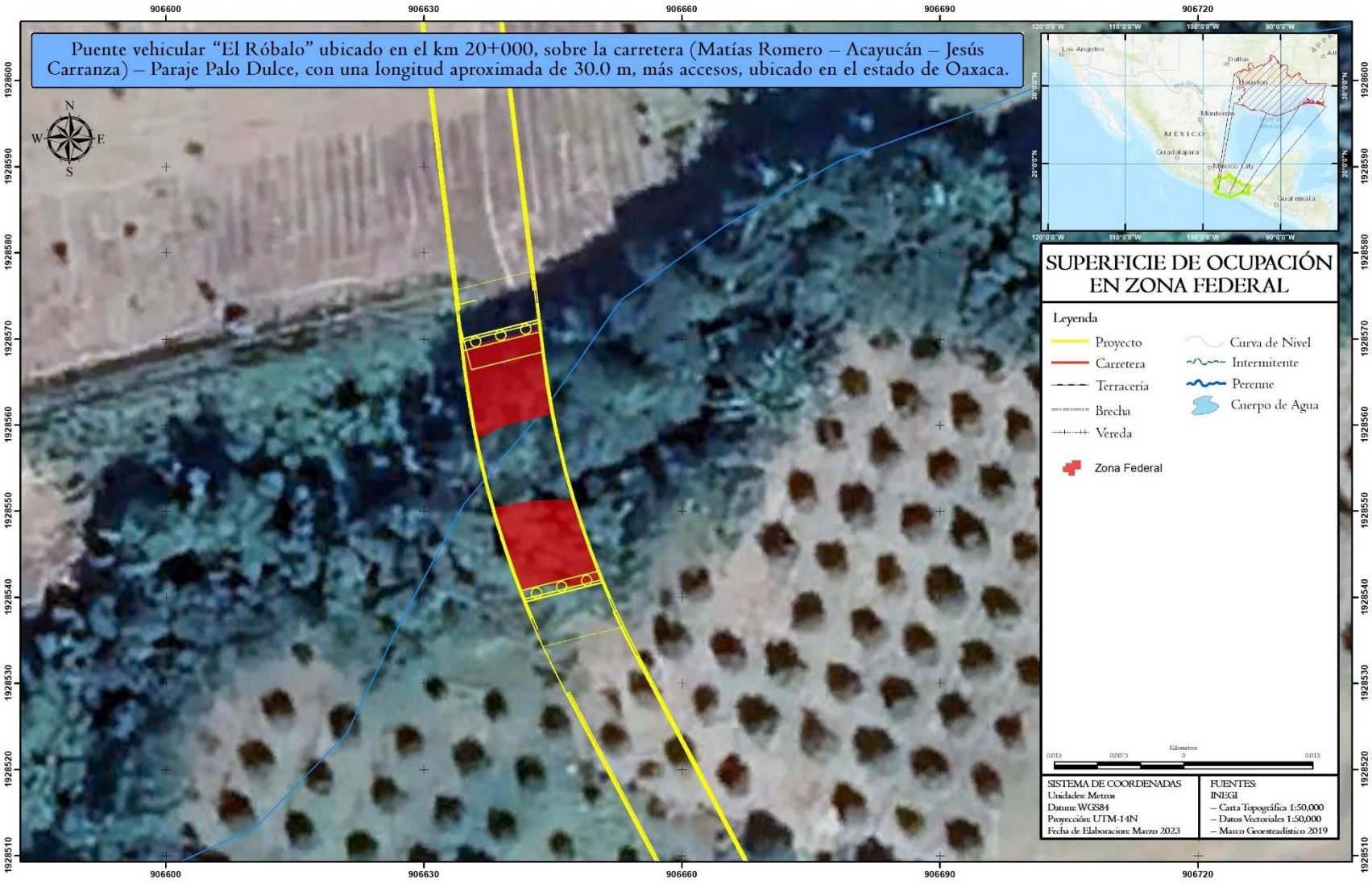
Nombre	Localización	Propiedad	Material	Tratamiento	Restricción ecológica
El Paraíso	17.1512, - 95.1345	Particular	Material para revestimiento	Cribado	No existen

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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 siguiente imagen, conforme a la Hidrología obtenida de la carta del INEGI, 1: 50,000 de la zona de estudio, se aprecia el cruce de la corriente de agua intermitente, el cual tiene un ancho mayor a 10.0 metros, por lo que la superficie de zona federal a cada margen será de 10.0 metros, lo que contempla una ocupación en la zona federal de 193.80 m^2. A continuación, se presenta el mapa de ocupación de la zona federal

Imagen II. 16 Ocupación de la Zona Federal



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

II.2.5 Características del área del proyecto

El proyecto: Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca, se localiza en el municipio de Matías Romero Avendaño, el cual se describen a continuación:

Tabla II. 8. Características principales del municipio de Matías Romero Avendaño, Oaxaca

ATRIBUTO	Matías Romero Avendaño
Localización	El municipio Matías Romero Avendaño se encuentra en la región de la Sierra Sur del estado de Oaxaca, Entre los paralelos 16°49' y 17°26' de latitud norte; los meridianos 94°42' y 95°19' de longitud oeste; altitud entre 0 y 500 m. La parte principal colinda al norte con el municipio de San Juan Cotzocón y el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; al este con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y el municipio de Santa María Chimalapa; al sur con los municipios de Santa María Chimalapa, El Barrio de la Soledad, Santa María Petapa y San Juan Guichicovi; al oeste con los municipios de San Juan Guichicovi, San Juan Mazatlán y San Juan Cotzocón. La fracción restante colinda al norte y oeste con el municipio de San Juan Mazatlán; al este con el municipio de San Juan Guichicovi; al sur con los municipios de San Juan Guichicovi y San Juan Mazatlán.
Extensión	El municipio de Matías Romero Avendaño tiene una superficie de aproximadamente 1,357.17 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altitud promedio entre 0 y 500 metros sobre el nivel del mar. Ocupa el 1.44% de la superficie del estado. Cuenta con 134 localidades y una población total de 38 019 habitantes
Orografía	Las zonas urbanas están creciendo sobre suelo del Cuaternario y rocas sedimentarias del Neógeno, en llanura aluvial con lomerío; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Luvisol, Regosol y Phaeozem; tienen clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por pastizal, bosque, sabana y selva.
Hidrografía	Corrientes de agua perennes: Quince Millas, Chichihua, El Corte, Doce Millas, Tortuguero, Sarabia, Coatzacoalcos, Tolosita, Grande, Jaltepec, Colorado, Chalchjapan, Malatengo, Verde, Jumeapa y Lacal. Corrientes intermitentes: Barbacoa, Ubero, Seco y Paquital.
Clima	Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (91.95%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo (6.44%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (1.61%)
Principales ecosistemas	Flora: La vegetación predominante es la selva alta perennifolia con diferentes grados de perturbación. Fauna: Coyote (*Canis latrans*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), Tigrillo (*Leopardus wiedii*), zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), conejos (Sylvilagus sp.), Ardillas (Sciurinae *sensu lato*), mapache boreal (*Procyon lotor*), armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), zorrillo (Caniformia *sensu lato*), tlacuaches (Didelphidae *sensu lato*), Águila cola roja (*Buteo jamaicensis*), pájaros carpinteros (*Melanerpes sp.*), cenzontle (*Mimus polyglottos*), urracas y cuervos (Corvidae *sensu lato*), paloma (Columbidae *sensu lato*), colibrís (Trochilidae *sensu lato*), búhos (Strigidae *sensu lato*), víboras de cascabel (*Crotalus sp.*), serpientes (Serpentes *sensu lato*) , lagartijas (Lacertilia *sensu lato*).
Recursos naturales	El municipio de Matías Romero Avendaño cuenta con importantes recursos forestales, ya que el 35.58%% de la superficie total del municipio se encuentra cubierto por bosques maduros o con algún grado de restauración.
Características y uso de suelo	Agrícola (uso potencial): Para la agricultura mecanizada continua (25.61%) Para la agricultura de tracción animal continua (25.93%) Para la agricultura manual continua (25.16%) No aptas para la agricultura (23.30%).

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

II.2.6 Estudios de campo y gabinete

ESTUDIO TOPOHIDRÁULICO E HIDROLÓGICO

Puente:	Robalo
Carretera:	Matías Romero – Acayucan- Jesús Carranza- Paraje Palo Dulce
Tramo:	Km 19+840 al km 20+220
km:	20+160.00

Aspectos Generales

La corriente nace a 18.189 km del sitio de cruce y descarga sobre el Rio Jaltepec, en donde si _ no __X__ provoca influencia hidráulica en el cruce. El área de la cuenca drenada hasta el cruce es de 103.903 km² y pertenece a la Región Hidrológica Nº (29) según clasificación de la CNA. En la zona de cruce.

El cauce del río en la zona de cruce es:

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

El escurrimiento es de carácter:

torrencial		perenne	X	intermitente	

Tipo y tamaño máxima de los cuerpos flotantes ramazones y arbustos, promedio del tamaño 1.0m
El período de lluvias en la región comprende los meses de junio a octubre. La precipitación media anual es de 1,300 mm.
Información adicional (erosión marginal, vegetación en las márgenes izquierda y derecha, curvas cercanas, etc.)

Geología superficial: en el fondo Arenas y arcillas

En la margen izquierda con vegetación

En la margen derecha con vegetación

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

radial	X	es viajado		ángulo de esviajamiento	

El paso actual de vehículos en la zona se efectúa sobre camino existente sin estructura .

Análisis Hidrológico

Método aplicado Racional Americano .
Información utiliza Isoyetas de intensidades de lluvia 2015 emitidas por la DGST del estado de Oaxaca.

Se obtuvo un caudal máximo de 349.26 m³/s, asociado a un período de retorno de 500 años.

El gasto asociado a un período de retorno de 10 años, que definirá el Nivel de Aguas de Construcción, NAC, resultó de 155.23 m3/s.

Análisis Hidráulico

Método aplicado: Hec-Ras

El análisis hidráulico se realizó utilizando el programa Hec-Ras 6.1.; mediante este método se determinó la velocidad y el área correspondiente a las condiciones hidráulicas de la corriente para los gastos obtenidos para un Tr=10 años, Tr=100 años, Tr=200 años, Tr=500 años y Tr=1000 años.

Secciones levantadas: Se propuso un eje del cauce y se considerando 16 secciones aguas arriba: 0+600, 0+580, 0+560, 0+540, 0+520, 0+500, 0+480, 0+460, 0+440, 0+420, 0+400, 0+380, 0+360, 0+340, 0+320, 0+300 y 14 secciones aguas abajo: 0+280, 0+260, 0+240, 0+220, 0+200, 0+180, 0+160, 0+140, 0+120, 0+100, 0+080, 0+060, 0+040, 0+020 y 0+000.

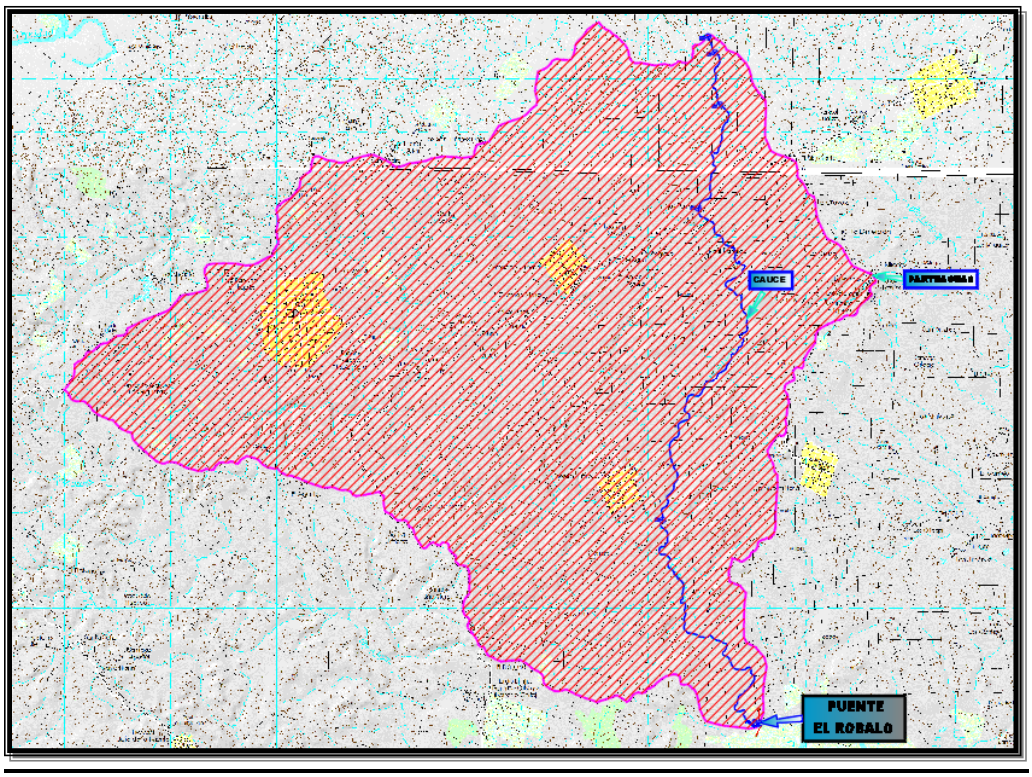
Estudio Hidrológico
Determinación de las características fisiográficas

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 la carta topográfica; E15C23, E15C33 escala 1:50,000, 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 geo posicionó 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.
- El área de la cuenca es de 103.903 km2



Pendiente media y longitud del cauce principal

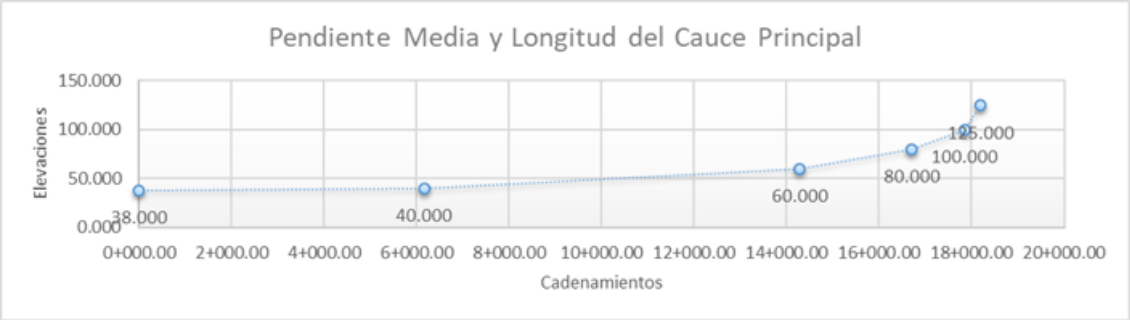
En la carta topográfica se seleccionó el cauce más largo dentro de la cuenca, desde su inicio hasta su cruce en la zona de estudio, el cual se consideró como el cauce principal; se determinó su longitud y pendiente media como sigue:

- 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 (L_j) expresadas en metros y se obtuvieron las elevaciones correspondientes en los extremos de cada tramo, para posteriormente calcular sus pendientes (Sc_j), 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:

$$S = \left[\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \cdots \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right]^2$$

Donde:
S = Pendiente media del cauce principal, (adimensional, con aproximación a diezmilésimos).
Sn = Pendiente del tramo n (adimensional, con aproximación a diezmilésimos).
n = Número de tramos de igual longitud

$$S = \left[\frac{10}{\frac{1}{\sqrt{0.02416}} + \frac{1}{\sqrt{0.02908}} + \frac{1}{\sqrt{0.02114}} + \frac{1}{\sqrt{0.03511}} + \frac{1}{\sqrt{0.03181}} + \frac{1}{\sqrt{0.04679}} + \frac{1}{\sqrt{0.08186}} + \frac{1}{\sqrt{0.12686}} + \frac{1}{\sqrt{0.22266}} + \frac{1}{\sqrt{0.43436}}}\right]^2$$

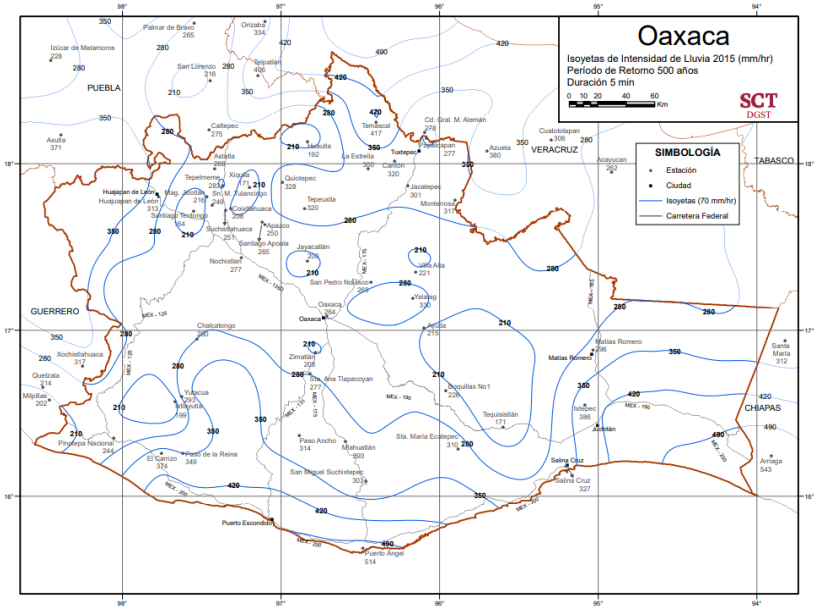


Coeficientes de rugosidad

Con base en los datos recabados durante el reconocimiento de campo para cada tramo de las diferentes secciones hidráulicas levantadas, 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 N°. 1 y 2.

Determinación de las características hidrológicas

SELECCIÓN DE LA ZONA DE PROYECTO EN ISOYETAS SCT



Cálculos hidrológicos
A continuación, se describe el método de Ven Te Chow.

Método Ven Te 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 mezclas 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 sub-horizontes 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°. 2 se determinó el *número de escurrimiento* (η).

Considerando que existen varias zonas con suelos de tipos diferentes, para cada una de ellas se determinó su número de escurrimiento (η_i), así como su área (A_i) y se obtuvo el número de escurrimiento de toda la cuenca aplicando la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^{k} \eta_i A_i}{A}$$

Donde:

η = Número de escurrimiento de la cuenca en estudio, adimensional
η_i = Número de escurrimiento de la zona *i*, adimensional
A_i = Área de la zona *i*, (km^2)
A = Área total de la cuenca, (km^2)
k = Número de zonas identificadas

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 (η) y la altura de precipitación (P), se determinó la precipitación en exceso (P_e) con la siguiente fórmula

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

Donde:
P_e = 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 (P_e) y la duración de la tormenta (t) seleccionada, se determinó el factor de escurrimiento (X), en centímetros por hora, con la siguiente ecuación:

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

Donde:
X = Factor de escurrimiento, (cm/h)
P_e = 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 (t_r), mediante la siguiente fórmula

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

Donde:
t_r = 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/t_r), y 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:

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

Donde:

Q = Gasto para la duración de la tormenta seleccionada y el periodo de retorno establecido, (m^3/s)
A = Área de la cuenca, (km^2)
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 (Q_{Tr}) 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 10,100,200,500 Y 1000 años. En el Anexo N°. 2 se presenta la tabla de cálculo correspondiente a este método.

El Método Ven Te Chow es utilizado para la obtención de gastos teórico (Q_T). Lo anterior se estima válido debido a que la fuente de información utilizada son las (Curvas I-D-TR de la SCT) Con respecto al área de la cuenca de estudio, ésta se considera dentro del rango de aplicación del Método.

Resumen Metodo Ven Te Chow Tr=10 años			
Constantes de Calculo	Nomenclatura	Magnitud	Unidades
Área de la Cuenca	A	103.90	km2
Longitud del cauce principal	L	18189.80	m
Pendiente media del cauce	S	0.26	%
Numero de escurrimiento	ŋ	60.00	adimensional
Duración de la tormenta	d	2.75	hr
Altura de la Precipitación	P	9.80	cm
Precipitación en exceso	Pe	1.76	cm
Factor de escurrimiento	X	0.64	cm/h
Tiempo de retraso	Tr	4.14	hr
Relación	d/tr	0.66	adimensional
Factor de reducción del pico	Z	0.48	adimensional
Gasto	Q	88.57	m3/s

Tr=10 años								
d (hrs)	i (cm/hr)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tp	d/Tp	Z	Q (m^3/s)
0.17	13.75	2.34	0.0693	0.4076	4.1380	0.0411	0.0336	3.96
0.20	13.39	2.68	0.0310	0.1551	4.1380	0.0483	0.0391	1.75
0.40	10.96	4.38	0.0556	0.1389	4.1380	0.0967	0.0758	3.04
0.50	9.75	4.88	0.1202	0.2405	4.1380	0.1208	0.0942	6.54
0.60	9.10	5.46	0.2262	0.3769	4.1380	0.1450	0.1125	12.25
0.80	7.80	6.24	0.4115	0.5143	4.1380	0.1933	0.1492	22.17
1.00	6.50	6.50	0.4835	0.4835	4.1380	0.2417	0.1859	25.97
1.20	6.10	7.32	0.7414	0.6179	4.1380	0.2900	0.2226	39.73
1.40	5.70	7.98	0.9801	0.7001	4.1380	0.3383	0.2593	52.44
1.60	5.30	8.48	1.1778	0.7361	4.1380	0.3867	0.2960	62.94
1.80	4.90	8.82	1.3199	0.7333	4.1380	0.4350	0.3327	70.47
2.00	4.50	9.00	1.3975	0.6988	4.1380	0.4833	0.3694	74.56
2.25	4.19	9.42	1.5858	0.7048	4.1380	0.5437	0.4078	83.03
2.50	3.88	9.69	1.7087	0.6835	4.1380	0.6042	0.4434	87.54
2.75	3.56	9.80	1.7603	0.6401	4.1380	0.6646	0.4790	88.57
3.00	3.25	9.75	1.7381	0.5794	4.1380	0.7250	0.5146	86.13
3.50	2.63	9.19	1.4801	0.4229	4.1380	0.8458	0.5858	71.56
4.00	2.00	8.00	0.9878	0.2469	4.1380	0.9667	0.6570	46.87

Tr=10 años								
d (hrs)	i (cm/hr)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tp	d/Tp	Z	Q (m^3/s)

Para Tr = 10 años Q(máx) = 88.57 m^3/s

Resumen Método Ven Te Chow Tr=100 años			
Constantes de Calculo	Nomenclatura	Magnitud	Unidades
Área de la Cuenca	A	103.90	km2
Longitud del cauce principal	L	18189.80	m
Pendiente media del cauce	S	0.26	%
Numero de escurrimiento	ŋ	60.00	adimensional
Duración de la tormenta	d	2.75	hr
Altura de la Precipitación	P	13.41	cm
Precipitación en exceso	Pe	3.72	cm
Factor de escurrimiento	X	1.35	cm/h
Tiempo de retraso	Tr	4.14	hr
Relación	d/tr	0.66	adimensional
Factor de reducción del pico	Z	0.48	adimensional
Gasto	Q	187.41	m3/s

Tr=100 años								
d (hrs)	i (cm/hr)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tr	d/Tr	Z	Q (m^3/s)
0.17	20.00	3.40	0.0000	0.0001	4.1380	0.0411	0.0336	0.00
0.20	19.55	3.91	0.0156	0.0782	4.1380	0.0483	0.0391	0.88
0.40	16.52	6.61	0.5143	1.2857	4.1380	0.0967	0.0758	28.17
0.50	15.00	7.50	0.8039	1.6078	4.1380	0.1208	0.0942	43.74
0.60	13.80	8.28	1.0970	1.8284	4.1380	0.1450	0.1125	59.43
0.80	11.40	9.12	1.4502	1.8127	4.1380	0.1933	0.1492	78.14
1.00	9.00	9.00	1.3975	1.3975	4.1380	0.2417	0.1859	75.05
1.20	8.40	10.08	1.8962	1.5802	4.1380	0.2900	0.2226	101.61
1.40	7.80	10.92	2.3195	1.6568	4.1380	0.3383	0.2593	124.10
1.60	7.20	11.52	2.6390	1.6494	4.1380	0.3867	0.2960	141.03
1.80	6.60	11.88	2.8370	1.5761	4.1380	0.4350	0.3327	151.47
2.00	6.00	12.00	2.9041	1.4520	4.1380	0.4833	0.3694	154.93
2.25	5.63	12.66	3.2792	1.4574	4.1380	0.5437	0.4078	171.69
2.50	5.25	13.13	3.5557	1.4223	4.1380	0.6042	0.4434	182.17
2.75	4.88	13.41	3.7247	1.3544	4.1380	0.6646	0.4790	187.41
3.00	4.50	13.50	3.7816	1.2605	4.1380	0.7250	0.5146	187.38
3.50	3.75	13.13	3.5557	1.0159	4.1380	0.8458	0.5858	171.91
4.00	3.00	12.00	2.9041	0.7260	4.1380	0.9667	0.6570	137.79

Tr=100 años								
d (hrs)	i (cm/hr)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tr	d/Tr	Z	Q (m^3/s)

Para Tr = 100 años Q(máx) = 187.41 m^3/s

Resumen Método Ven Te Chow Tr=200 años			
Constantes de Calculo	Nomenclatura	Magnitud	Unidades
Área de la Cuenca	A	103.90	km2
Longitud del cauce principal	L	18189.80	m
Pendiente media del cauce	S	0.26	%
Numero de escurrimiento	ŋ	60.00	adimensional
Duración de la tormenta	d	3.00	hr
Altura de la Precipitación	P	16.50	cm
Precipitación en exceso	Pe	5.72	cm
Factor de escurrimiento	X	1.91	cm/h
Tiempo de retraso	Tr	4.14	hr
Relación	d/tr	0.72	adimensional
Factor de reducción del pico	Z	0.51	adimensional
Gasto	Q	283.59	m3/s

Tr=200 años								
d (hrs)	i (cm/hr)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tr	d/Tr	Z	Q (m^3/s)
0.17	22.00	3.74	0.0072	0.0425	4.1380	0.0411	0.0336	0.41
0.20	21.27	4.25	0.0423	0.2116	4.1380	0.0483	0.0391	2.39
0.40	16.42	6.57	0.5037	1.2591	4.1380	0.0967	0.0758	27.58
0.50	14.00	7.00	0.6354	1.2709	4.1380	0.1208	0.0942	34.58
0.60	13.30	7.98	0.9801	1.6335	4.1380	0.1450	0.1125	53.10
0.80	11.90	9.52	1.6308	2.0385	4.1380	0.1933	0.1492	87.87
1.00	10.50	10.50	2.1042	2.1042	4.1380	0.2417	0.1859	113.01
1.20	9.80	11.76	2.7705	2.3088	4.1380	0.2900	0.2226	148.46
1.40	9.10	12.74	3.3281	2.3772	4.1380	0.3383	0.2593	178.06
1.60	8.40	13.44	3.7452	2.3407	4.1380	0.3867	0.2960	200.14
1.80	7.70	13.86	4.0023	2.2235	4.1380	0.4350	0.3327	213.69
2.00	7.00	14.00	4.0892	2.0446	4.1380	0.4833	0.3694	218.16
2.25	6.63	14.91	4.6639	2.0728	4.1380	0.5437	0.4078	244.18
2.50	6.25	15.63	5.1343	2.0537	4.1380	0.6042	0.4434	263.05
2.75	5.88	16.16	5.4898	1.9963	4.1380	0.6646	0.4790	276.23
3.00	5.50	16.50	5.7231	1.9077	4.1380	0.7250	0.5146	283.59
3.50	4.75	16.63	5.8085	1.6596	4.1380	0.8458	0.5858	280.84
4.00	4.00	16.00	5.3846	1.3461	4.1380	0.9667	0.6570	255.48

Tr=200 años								
d (hrs)	i (cm/hr)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tr	d/Tr	Z	Q (m^3/s)

Para Tr = 200 años Q(máx) = 283.59 m^3/s

Resumen Método Ven Te Chow Tr=500 años			
Constantes de Calculo	Nomenclatura	Magnitud	Unidades
Área de la Cuenca	A	103.90	km2
Longitud del cauce principal	L	18189.80	m
Pendiente media del cauce	S	0.26	%
Numero de escurrimiento	ŋ	60.00	adimensional
Duración de la tormenta	d	3.50	hr
Altura de la Precipitación	P	18.38	cm
Precipitación en exceso	Pe	7.04	cm
Factor de escurrimiento	X	2.01	cm/h
Tiempo de retraso	Tr	4.14	hr
Relación	d/tr	0.85	adimensional
Factor de reducción del pico	Z	0.59	adimensional
Gasto	Q	340.26	m3/s

Tr=500 años								
d (hrs)	i (cm/hr)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tr	d/Tr	Z	Q (m^3/s)
0.17	24.75	4.21	0.0379	0.2232	4.1380	0.0411	0.0336	2.17
0.20	24.09	4.82	0.1116	0.5579	4.1380	0.0483	0.0391	6.31
0.40	19.70	7.88	0.9418	2.3546	4.1380	0.0967	0.0758	51.58
0.50	17.50	8.75	1.2901	2.5802	4.1380	0.1208	0.0942	70.20
0.60	16.45	9.87	1.7950	2.9917	4.1380	0.1450	0.1125	97.25
0.80	14.35	11.48	2.6173	3.2716	4.1380	0.1933	0.1492	141.02
1.00	12.25	12.25	3.0453	3.0453	4.1380	0.2417	0.1859	163.55
1.20	11.30	13.56	3.8181	3.1818	4.1380	0.2900	0.2226	204.60
1.40	10.35	14.49	4.3972	3.1409	4.1380	0.3383	0.2593	235.26
1.60	9.40	15.04	4.7505	2.9690	4.1380	0.3867	0.2960	253.86
1.80	8.45	15.21	4.8612	2.7007	4.1380	0.4350	0.3327	259.54
2.00	7.50	15.00	4.7245	2.3623	4.1380	0.4833	0.3694	252.06
2.25	7.13	16.03	5.4056	2.4025	4.1380	0.5437	0.4078	283.02
2.50	6.75	16.88	5.9804	2.3922	4.1380	0.6042	0.4434	306.40
2.75	6.38	17.53	6.4377	2.3410	4.1380	0.6646	0.4790	323.92
3.00	6.00	18.00	6.7693	2.2564	4.1380	0.7250	0.5146	335.43
3.50	5.25	18.38	7.0375	2.0107	4.1380	0.8458	0.5858	340.26
4.00	4.50	18.00	6.7693	1.6923	4.1380	0.9667	0.6570	321.19

Tr=500 años								
d (hrs)	i (cm/hr)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tr	d/Tr	Z	Q (m^3/s)

Para Tr = 500 años Q(máx) = 340.26 m^3/s

Resumen Método Ven Te Chow Tr=1000 años			
Constantes de Calculo	Nomenclatura	Magnitud	Unidades
Área de la Cuenca	A	103.90	km2
Longitud del cauce principal	L	18189.80	m
Pendiente media del cauce	S	0.26	%
Numero de escurrimiento	ŋ	60.00	adimensional
Duración de la tormenta	d	3.00	hr
Altura de la Precipitación	P	21.00	cm
Precipitación en exceso	Pe	8.98	cm
Factor de escurrimiento	X	2.99	cm/h
Tiempo de retraso	Tr	4.14	hr
Relación	d/tr	0.72	adimensional
Factor de reducción del pico	Z	0.51	adimensional
Gasto	Q	444.97	m3/s

Tr=1000 años								
d (hrs)	i (cm/hr)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tr	d/Tr	Z	Q (m^3/s)
0.17	24.00	4.08	0.0273	0.1604	4.1380	0.0411	0.0336	1.56
0.20	23.55	4.71	0.0958	0.4790	4.1380	0.0483	0.0391	5.42
0.40	20.52	8.21	1.0678	2.6694	4.1380	0.0967	0.0758	58.48
0.50	19.00	9.50	1.6216	3.2432	4.1380	0.1208	0.0942	88.24
0.60	18.20	10.92	2.3195	3.8659	4.1380	0.1450	0.1125	125.66
0.80	16.60	13.28	3.6485	4.5607	4.1380	0.1933	0.1492	196.59
1.00	15.00	15.00	4.7245	4.7245	4.1380	0.2417	0.1859	253.73
1.20	13.80	16.56	5.7641	4.8034	4.1380	0.2900	0.2226	308.88
1.40	12.60	17.64	6.5142	4.6530	4.1380	0.3383	0.2593	348.53
1.60	11.40	18.24	6.9407	4.3379	4.1380	0.3867	0.2960	370.91
1.80	10.20	18.36	7.0268	3.9038	4.1380	0.4350	0.3327	375.16
2.00	9.00	18.00	6.7693	3.3847	4.1380	0.4833	0.3694	361.15
2.25	8.50	19.13	7.5813	3.3695	4.1380	0.5437	0.4078	396.93
2.50	8.00	20.00	8.2274	3.2910	4.1380	0.6042	0.4434	421.53
2.75	7.50	20.63	8.6961	3.1622	4.1380	0.6646	0.4790	437.56
3.00	7.00	21.00	8.9800	2.9933	4.1380	0.7250	0.5146	444.97
3.50	6.00	21.00	8.9800	2.5657	4.1380	0.8458	0.5858	434.17
4.00	5.00	20.00	8.2274	2.0569	4.1380	0.9667	0.6570	390.37

Tr=1000 años								
d (hrs)	i (cm/hr)	P (cm)	Pe (cm)	X	Tr	d/Tr	Z	Q (m^3/s)

Para Tr = 500 años Q(máx) = 444.97 m^3/s

Tabla de resumen Ven Te Chow	
Tr (años)	Gasto m3/s
Tr=10 años	88.57 m3/s
Tr=100 años	187.41 m3/s
Tr=200 años	283.59 m3/s
Tr=500 años	340.26 m3/s
Tr=1000 años	444.97 m3/s

Método Racional Americano

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

AREA (Km2)	PERIMETRO (Km)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE MEDIA	LONG. DEL CAUCE PRINCIPAL (m)
103.903	52.052	87.000	0.2600	18189.8

Cálculo del tiempo de concentración

Con la longitud (L) y la pendiente media del cauce principal (Sc) se calcula 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 siguiente formula

Datos que tenemos para el cálculo de Tc:

ROWE

Tcr =	Tiempo de concentración (h)		
L =	Longitud de cauce principal (km)		
D =	Desnivel (m)		
L =		18.190	Km
D =		87.0	m
	Tcr =		4.84

KIRPICH

Tcs =	Tiempo de concentración (h)		
L =	Longitud del cauce principal (m)		
S =	Pendiente media del cauce principal		
L =		18189.8	
S =		0.26000	
	Tcs =		6.12

SERVICIO DE CONSERVACION DEL SUELO EN E. U. (SCS)

Tscs =	Tiempo de concentración (h)		
L =	Longitud del cauce principal (m)		
D =	Desnivel (m)		
L =		18189.8	
D =		87	
	Tscs =		4.70

ROWE	KIRPICH	SCS		PROM.	
4.84	6.12	4.70		5.22	h
				313.28	min

Cálculo del coeficiente de escurrimiento de la cuenca

Datos que tenemos para el cálculo del Coeficiente de escurrimiento

Área= 103.903 mk2

	Tipo de superficie por drenar	pendiente	Coeficiente de escurrimiento (C)		Coeficiente utilizado	% del area de cuenca	Area de cuenca (KM2)	
			Minimo	Maximo				
A) Praderas								
1	Suelo arenoso plano	<2	0.05	0.10	0.10	0.00%	0.00	0.00
2	Suelo arenoso medio	2 a 7	0.10	0.15	0.15	0.00%	0.00	0.00
3	suelo arenoso empinado	>7	0.15	0.20	0.20	0.00%	0.00	0.00
4	suelo arcilloso plano	<2	0.13	0.17	0.17	0.00%	0.00	0.00
5	Suelo arcilloso medio	2 a 7	0.18	0.22	0.22	0.00%	0.00	0.00
6	Suelo arcilloso empinado	>7	0.25	0.35	0.35	0.00%	0.00	0.00
B) Zonas pavimentadas								0.00
1	Pavimento asfaltico		0.70	0.95	0.95	2.75%	2.86	2.71
2	Pavimento de concreto hidraulico		0.80	0.95	0.95	0.00%	0.00	0.00
3	Pavimento adoquindo		0.70	0.85	0.85	0.00%	0.00	0.00
4	Estacionamientos		0.75	0.85	0.85	0.00%	0.00	0.00
5	Patio de ferrocarril		0.20	0.40	0.40	0.00%	0.00	0.00
C) Zonas residenciales								0.00
1	Unifamiliares		0.30	0.50	0.50	0.00%	0.00	0.00
2	Multifamiliares, espaciados		0.40	0.60	0.60	0.00%	0.00	0.00
3	Multifamiliares,Juntos		0.60	0.75	0.75	0.00%	0.00	0.00
4	Suburbanas		0.25	0.40	0.40	0.00%	0.00	0.00
5	Casas habitacion		0.50	0.70	0.70	0.00%	0.00	0.00
D) Zonas comerciales								0.00
1	Zona comercial (areas centricas)		0.70	0.95	0.95	0.00%	0.00	0.00
2	Areas vecinas		0.50	0.70	0.70	0.00%	0.00	0.00
E) Zonas industriales							0.00	0.00
1	Construcciones espaciadas		0.50	0.80	0.80	0.00%	0.00	0.00
2	Construcciones juntas		0.60	0.90	0.90	0.00%	0.00	0.00
F) Campos cultivados			0.20	0.40	0.25	96.70%	100.47	25.12
G) Zonas forestadas			0.10	0.30	0.15	0.55%	0.57	0.09
H) Parques y cementerios			0.10	0.25	0.25	0.00%	0.00	0.00
I) Areas de recreo y campos de juego			0.20	0.35	0.35	0.00%	0.00	0.00
J) Azoteas y techados			0.75	0.95	0.95	0.00%	0.00	0.00
						100.00%	103.90	27.92

C= 0.2687

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

Aplicando la formula tenemos
C= 0.26

Intensidad de lluvia

A continuación, se presenta la tabla resumen de las isoyetas DGST 2015 ubicadas en el punto del proyecto:

d,min	5	10	50	100	200	500	1000
10	125.000	137.500	180.000	200.000	220.000	230.000	240.000
20	97.500	110.000	140.000	165.000	175.000	210.000	212.500
30	82.500	90.000	120.000	135.000	140.000	175.000	180.000
60	55.000	65.000	80.000	90.000	105.000	110.000	125.000
120	35.000	45.000	60.000	60.000	70.000	75.000	90.000
240	15.000	20.000	30.000	35.000	40.000	45.000	50.000

El gasto máximo a un periodo de retorno, se calcula mediante la siguiente expresión

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

Se considera que el Método de Racional Americano proporciona los datos más confiables para la estimación del gasto teórico de diseño (Q_{TDI}). Lo anterior se estima válido debido a que la fuente de información utilizada son las (Curvas I-D-TR de la SCT) Con respecto al área de la cuenca de estudio, ésta se considera dentro del rango de aplicación del Método.

GASTO DE CONSTRUCCION

El gasto de construcción (Qco), es el máximo que ha de esperarse durante la etapa de construcción del puente por proyectar y que determina los tirantes correspondientes al nivel de aguas de construcción (NAC), para un tiempo de retorno de 10 años.

Coeficiente de escurrimiento= 0.2687
Intensidad de lluvia= 20.000
Área de la cuenca= 103.90

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

QNAC= 155.23

GASTO MAXIMO

El gasto teórico de diseño (Qtdi), es el gasto máximo que ha de esperarse durante la etapa de operación del puente por proyectar, con un tiempo de retorno de 1000 años.

Datos:

Coeficiente de escurrimiento= 0.2687
Intensidad de lluvia= 50.000

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

área de la cuenca= 103.90

QMAX= 388.07 m3/s

GASTOS COMPLEMENTARIOS

Con el propósito de valorar los efectos que se pudieran tener en la superestructura del puente y en su cimentación, en el probable caso de que se presente durante su vida útil una avenida con un periodo de retorno mayor al considerado en su diseño hidráulico, es necesario calcular los gastos máximos para periodos de retorno de 100,200 y 500 años

Datos:

Coeficiente de escurrimiento= 0.2687
Intensidad de lluvia= 30.000
área de la cuenca= 103.90

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

Q100= 232.84 m3/s

Datos:

Coeficiente de escurrimiento= 0.2687
Intensidad de lluvia= 40.000
área de la cuenca= 103.90

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

Q200= 310.46 m3/s

GASTO DE DISEÑO

Datos:

Coeficiente de escurrimiento= 0.2687
Intensidad de lluvia= 45.000
área de la cuenca= 103.90

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

Q500= 349.26 m3/s

Tabla de resumen Racional Americano	
Tr (años)	Gasto m3/s
Tr=10 años	155.23 m3/s
Tr=100 años	232.84 m3/s
Tr=200 años	310.46 m3/s
Tr=500 años	349.26 m3/s

Tr=1000 años	388.08 m3/s

Método Unitario Triangular

AREA (Km2)	PERIMETRO (Km)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE MEDIA	LONG. DEL CAUCE PRINCIPAL (m)
103.903	52.052	87.000	0.2600	18189.8

ROWE

Tcr = Tiempo de concentración (h)
L = Longitud de cauce principal (km)
D = Desnivel (m)

L = 18.190 Km
D = 87.0 m

Tcr = 4.84

KIRPICH

Tcs = Tiempo de concentración (h)
L = Longitud del cauce principal (m)
S = Pendiente media del cauce principal

L = 18189.8
S = 0.26000

Tcs = 6.12

SERVICIO DE CONSERVACION DEL SUELO EN E. U. (SCS)

Tscs = Tiempo de concentración (h)
L = Longitud del cauce principal (m)
D = Desnivel (m)

L = 18189.8
D = 87

Tscs = 4.70

ROWE	KIRPICH	SCS		PROM.	
4.84	6.12	4.70		5.22	h
				313.28	min

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

Cálculo del tiempo de concentración Tc.

Con la longitud (L) y la pendiente media del cauce principal (Sc) se calcula 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 siguiente formula

Cálculo del Coeficiente de escurrimiento
Datos:
Área de la cuenca= 103.903 km2

Cálculo del valor de " N "								
SELECCIÓN DEL NUMERO DE ESCURRIMIENTO "N"								
Uso de la tierra	Condición de la superficie	A	B	C	D	Utilizado	%	F*G
Bosque (sembrados y cultivados)	Ralo baja transpiración	45	66	77	83	66.0	0.00	0.00
	Normal, transpiración media	36	60	73	79	60.0	0.00	0.00
	espeso o alta transpiración	25	55	70	77	55.0	0.00	0.00
Camino	De tierra	72	82	87	89	82.0	0.00	0.00
	Superficie dura	74	84	90	92	84.0	2.75	2.31
Bosques naturales	Muy ralo o baja transpiración	56	75	86	91	75.0	0.00	0.00
	Ralo baja transpiración	46	68	78	84	68.0	0.00	0.00
	Normal transpiración media	36	60	70	76	60.0	0.00	0.00
	Espeso alta transpiración	26	52	62	69	52.0	0.00	0.00
	Muy espeso alta transpiración	15	44	54	61	44.0	0.00	0.00
Descanso (sin cultivo)	Surcos rectos	77	86	91	94	86.0	0.00	0.00
Cultivos de surco	Surcos rectos	70	80	87	90	80.0	0.00	0.00
	Surcos en curvas de nivel	67	77	83	87	77.0	0.55	0.42
	Terrazas	64	73	79	82	73.0	0.00	0.00

Cereales	Surcos rectos	64	76	84	88	76.0	0.00	0.00
	Surcos en curvas de nivel	62	74	82	85	74.0	0.00	0.00
	Terrazas	60	71	79	82	71.0	0.00	0.00
Leguminosas o potrero de rotación	Surcos rectos	62	75	83	87	75.0	0.00	0.00
	Surcos en curvas de nivel	60	72	81	84	72.0	0.00	0.00
	Terrazas	57	70	78	82	70.0	0.00	0.00
Pastizal	Pobre	68	79	86	89	79.0	0.00	0.00
	Normal	49	69	79	84	69.0	0.00	0.00
	Bueno	69	61	74	80	61.0	0.00	0.00
	Curvas de nivel, pobre	47	67	81	88	67.0	0.00	0.00
	Curvas de nivel, normal	25	59	75	83	59.0	96.70	57.05
	Curvas de nivel, bueno	6	35	70	79	35.0	0.00	0.00
Potrero	Normal	30	58	71	78	58.0	0.00	0.00
Matorral - herbazal	Pobres	48	67	77	83	67.0	0.00	0.00
	Regulares	35	56	70	77	56.0	0.00	0.00
	Buenas	30	48	65	73	48.0	0.00	0.00
Superficie impermeable		100	100	100	100	100.0	0.00	0.00
							100.00	59.79
NUMERO DE ESCURRIMIENTO DE ORDEN " N " =			60					

Cálculo de la intensidad de lluvia

A continuación, se presenta la tabla resumen de las isoyetas DGST 2015 ubicadas en el punto del proyecto:

d,min	5	10	50	100	200	500	1000
10	125.000	137.500	180.000	200.000	220.000	230.000	240.000
20	97.500	110.000	140.000	165.000	175.000	210.000	212.500
30	82.500	90.000	120.000	135.000	140.000	175.000	180.000
60	55.000	65.000	80.000	90.000	105.000	110.000	125.000
120	35.000	45.000	60.000	60.000	70.000	75.000	90.000
240	15.000	20.000	30.000	35.000	40.000	45.000	50.000

METODO HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR PARA DIFERENTES TR

ESTACIÓN	cuenca	PENDIENTE DE LA CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE	AREA DE CUENCA	NUMERO DE ESCURRIMIENTO	PRECIPITACION	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	DURACION EN EXCESO	TIEMPO DE RETRASO	TIEMPO PICO	TIEMPO BASE	GASTO PICO	PRECIPITACION EXCEDENTE	GASTO MAXIMO
		S (adim.)	L (m)	A (km^2)	N (adim)	P (cm)	t_c (hr)	D_e (hr)	t_r	t_p	T_b	q_p	P_e	Q máx.
TR 10 AÑOS	C1	0.00260	18189.80	103.9030	60	12.252	6.1261288	4.9502036	3.675677	6.15078	16.42258	3.5136726	3.0465884	107.05
TR 50 AÑOS	C1	0.00260	18189.80	103.9030	60	18.378	6.1261288	4.9502036	3.675677	6.15078	16.42258	3.5136726	7.0399777	247.36
TR 100 AÑOS	C1	0.00260	18189.80	103.9030	60	21.441	6.1261288	4.9502036	3.675677	6.15078	16.42258	3.5136726	9.316741	327.36
TR 200 AÑOS	C1	0.00260	18189.80	103.9030	60	24.505	6.1261288	4.9502036	3.675677	6.15078	16.42258	3.5136726	11.720097	411.81
TR 500 AÑOS	C1	0.00260	18189.80	103.9030	60	27.568	6.1261288	4.9502036	3.675677	6.15078	16.42258	3.5136726	14.22175	499.71
TR 1000 AÑOS	C1	0.00260	18189.80	103.9030	60	30.631	6.1261288	4.9502036	3.675677	6.15078	16.42258	3.5136726	16.801256	590.34

Tabla de resumen Método Hidrograma Unitario triangular (HUT)	
Tr (años)	Gasto m3/s
Tr=10 años	107.05 m3/s
Tr=100 años	327.36 m3/s
Tr=200 años	411.81 m3/s
Tr=500 años	499.71 m3/s
Tr=1000 años	590.34 m3/s

TABLA DE RESULTADOS DE GASTOS

Para este estudio hidrológico, tomaremos el resultado por el método Ven Te Chow, ya que es el método que más se ajusta a las condiciones de la zona y además es el más confiable para la realización del estudio

TABLA DE RESUMEN DE GASTOS			
Tr	Gastos de Diseño m3 / s		
(Años)	VEN TE CHOW	RACIONAL AMERICANO	HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR
10	88.57 m3/s	155.23 m3/s	107.05 m3/s
100	187.41 m3/s	232.84 m3/s	327.36 m3/s
200	283.59 m3/s	310.46 m3/s	411.81 m3/s
500	340.26 m3/s	349.26 m3/s	499.71 m3/s
1000	444.97 m3/s	388.08 m3/s	590.34 m3/s

Conclusiones del Estudio Hidrológico

La longitud del cauce principal es de 18.189 Km y su pendiente media es de 0.260 %.

El área de la cuenca en estudio se obtuvo con ayuda de la carta topográfica E15C23, E15C33 emitida por el INEGI y con sistemas de información geográfica, el área resulto de 103.903 km2

Gasto obtenido para un Tr=10 años
Método Ven Te Chow= 88.57 m3/s
Método Racional Americano= 155.23 m3/s
Método Hidrograma Unitario Triangular= 107.05 m3/s

Gasto obtenido para un Tr=100 años
Método Ven Te Chow= 187.41 m3/s
Método Racional Americano= 232.84 m3/s
Método Hidrograma Unitario Triangular= 327.36 m3/s

Gasto obtenido para un Tr=200 años
Método Ven Te Chow= 283.59 m3/s
Método Racional Americano= 310.46 m3/s
Método Hidrograma Unitario Triangular= 411.81 m3/s

Gasto obtenido para un Tr=500 años
Método Ven Te Chow= 340.26 m3/s
Método Racional Americano= 349.26 m3/s
Método Hidrograma Unitario Triangular= 499.71 m3/s

Gasto obtenido para un Tr=1000 años
Método Ven Te Chow= 444.97 m3/s
Método Racional Americano= 388.08 m3/s
Método Hidrograma Unitario Triangular= 690.34 m3/s

Se recomienda utilizar como gasto hidrológico de diseño el obtenido para un Tr=500 años del método Racional Americano, ya es el que mejor se ajusta a las condiciones hidrológicas de la zona de estudio.

Estudio Hidráulico
Cálculos hidráulicos

Para realizar el diseño de la capacidad hidráulica de la obra de cruce, es necesario utilizar la información topográfica.

Así se tiene datos de la sección transversal del cauce en la zona de cruce con la obra y datos de las pendientes y rugosidad del cauce.

Para la elaboración del proyecto hidráulico de la obra de cruce se realizó un levantamiento topográfico en un tramo de 300 m aguas arriba y 300 m aguas abajo, obteniendo secciones a cada 20 m. en promedio, así como el levantamiento sobre el camino.

Con la información obtenida a partir del estudio topográfico del camino, del cauce y los datos derivados del análisis hidrológico de la cuenca de aportación se procedió al análisis hidráulico del puente utilizando el gasto de Q = 349.26 m3 / s un coeficiente de rugosidad de 0.03 para el centro del cauce y 0.035 para los bordes

Método Hec - Ras

El análisis hidráulico se realizó utilizando el programa Hec-Ras 6.1; mediante este método se determinó la velocidad y el área correspondiente a las condiciones hidráulicas de la corriente para los gastos obtenidos para un Tr=10 años, Tr=100 años, Tr=200 años, Tr=500 y Tr=1000 años.

Secciones levantadas: Se propuso un eje del cauce y se considerando 16 secciones aguas arriba: 0+600, 0+580, 0+560, 0+540, 0+520, 0+500, 0+480, 0+460, 0+440, 0+420, 0+400, 0+380, 0+360, 0+340, 0+320, 0+300 y 14 secciones aguas abajo: 0+280, 0+260, 0+240, 0+220, 0+200, 0+180, 0+160, 0+140, 0+120 0+100, 0+080, 0+060, 0+040, 0+020 y 0+000.

PUENTE ROBALO		
GASTO	349.26	M3/S
VELOCIDAD	6.61	M/S
AREA HIDRAULICA	89.62	M2
TIRANTE	4.29	M
ANCHO EFECTIVO	30	M

NADI	100.46	MSNM

Conclusiones del Estudio Hidráulico

Para el estudio hidráulico se propuso un eje del cauce y se considerando 16 secciones aguas arriba: 0+600, 0+580, 0+560, 0+540, 0+520, 0+500, 0+480, 0+460, 0+440, 0+420, 0+400, 0+380, 0+360, 0+340, 0+320, 0+300 y 14 secciones aguas abajo: 0+280, 0+260, 0+240, 0+220, 0+200, 0+180, 0+160, 0+140, 0+120 0+100, 0+080, 0+060, 0+040, 0+020 y 0+000.

Aplicando el programa Hec-ras con el puente propuesto se obtuvo para la sección en el cruce en estudio:

Sección al cruce utilizada 0+293.95 y Tr=500 años
Área hidráulica = 89.62 m2
Velocidad media = 6.61 m/s
Nivel de Aguas de Diseño= 100.46 msnm

Conclusiones y Recomendaciones
Se concluye que el gasto que deberá tomarse como de diseño es el obtenido por el Método Racional Americano el cual resultó de 349.26 m^3/s, asociado a un período de retorno de 500 años ya que es el que mejor se ajusta a las condiciones hidrológicas de la zona de estudio.
Se recomienda desde el punto de vista hidráulico la construcción de un Puente de 10.10 m de ancho y 30 m de longitud, los apoyos están ubicados Caballete 1 km 19+987.61 y Caballete 2 km 20+017.61 del camino Matías Romero – Acayucan – Jesús Carranza – Paraje Palo Dulce y para permitir el paso de los cuerpos flotantes deberá dejarse un espacio libre vertical de 1.50 m como mínimo medido desde el NADI a la base inferior de la superestructura de la obra.

II.2.7 Preparación del sitio y construcción

La preparación del sitio consiste en el despalme de la zona donde se desplantarán las estructuras del puente. En esta etapa se deberán realizar estas actividades sólo en los lugares señalados por el proyecto para el desplante de estructuras; se evitará el despalme de toda el área que abarca.

- Métodos para prevenir la erosión y estabilidad de taludes: Se compactará el terraplén de acceso al 95%.
- Obras de drenaje pluvial: Cunetas, contracunetas y obras de drenaje menor.
- Trazo: Se realiza el trazo del eje del proyecto sobre el terreno, como referencia para guiar los trabajos de terracerías en cuñas de acceso al puente.
- Terracería en cuñas de acceso al puente: Dentro de esta actividad se llevará a cabo la compactación del terreno natural, para posteriormente formar y compactar terraplenes acondicionados con sus cuñas de sobreancho.

Entre las obras complementarias que se tienen para el proyecto destacan las siguientes:

- Construcción de caminos de acceso: Para llegar al sitio destinado a la construcción del Puente, se utilizará el camino Ejido Nuevo Paraíso, es importante señalar que dicha vialidad es existente, aunque no se encuentra asfaltada, por lo que no se requiere de la apertura de caminos para acceder al frente de trabajo
- Almacenes, bodegas y talleres: 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 en el Poblado de Los Platanitos, en donde 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 utilizara de bancos que cuenten con autorizaciones para dicho fin.
- 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. Los contenedores de residuos estarán localizados al frente de obra y se reubicarán conforme el avance de esta.

- Residuos de obra: Será material terrígeno sobrante. Puede ser utilizado como material de cubierta en el relleno sanitario municipal o en los bancos de materiales, o ser depositado donde lo señalen las autoridades correspondientes.

- 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 se contrató para otorgar el dicho servicio.

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.

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.

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.

Fase 5. Montaje de trabes y colado de losa

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 las mismas.
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.

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.

II.2.8 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.C.T. contempla programas permanentes de mantenimiento.

La operación del puente, por ser una vía de comunicación, es de 24 horas al día durante todos los días del año. Este puente será utilizado por los habitantes de las localidades principalmente por las que cruza el proyecto. Se espera que el tránsito en el puente sea de automóviles, pero sobre todo de camionetas y vehículos de carga. De igual importancia para este puente será el tránsito de personas, ya que se utilizará como una vialidad urbana por los habitantes de la población antes mencionada.

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 SCT 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 SCT.

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro SCT 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 SCT.

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 SCT.

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 SCT.

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 SCT.

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 SCT correspondiente.

8. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SCT 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 SCT 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.
- 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 de 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)

II.2.9 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 su 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.

II.2.10 Utilización de explosivos

Para el proyecto en cuestión no es necesaria la utilización de explosivos.

II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

- ✓ 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 empresa 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-SCT2-2000 y la NOM-011-SCT2-2012, 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 Arroyo intermitente, que es el cuerpo de agua sobre el cual se desea desarrollar el presente proyecto. De esta forma el proyecto, no producirá ninguna descarga de aguas residuales, y favorecerá el libre Flujo del Arroyo, 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.

Por el tipo de actividades que se llevarán a cabo, es común utilizar sustancias peligrosas como los combustibles y lubricantes de los vehículos, la maquinaria y el equipo involucrados en la obra; también se utilizarán pinturas y solventes, derivados tanto de las actividades de construcción y mantenimiento. Por tal motivo, se deberán cumplir con las disposiciones de las leyes en materia ambiental principalmente del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos y las normas que de ella se derivan.

La generación de residuos peligrosos, dentro de estos se encuentran principalmente los desechos del mantenimiento de las unidades automotoras, y consistes en los residuos peligrosos indicados en la siguiente tabla, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-052- SEMARNAT-2005, que 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.

Tabla II. 9 Clasificación del CRETIB de acuerdo con el tipo de residuos.

TIPO DE RESIDUO	CLAVE CRETIB	CLASIFICACIÓN	CANTIDADES APROXIMADAS
Baterías	C,T	RP14.1/07	Variable
Envases y tambos vacíos usados en el manejo de materiales y residuos peligrosos.	T	RPNE1.1/01	Variable
Restos de combustibles (diésel, gasolina y aceite).	T,E	S/C	40 l/mes
Materiales de limpieza (estopas y trapos impregnados de aceite).	T,E	S/C	5 kg/mes
Filtros usados.	T	S/C	20 pzas/mes
Metales (varillas, clavos y alambre).	-	S/C	-

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

El manejo de residuos será llevado a cabo por empresas previamente autorizadas por SEMARNAT, a través de trabajadores capacitados para el manejo y transporte de dichos residuos, quienes deberán cumplir con el equipo de seguridad acorde con el tipo de desechos que maneje y cumplir con la documentación necesaria para el registro de recolección, la cual quedará inscrita en la Bitácora de Generación de Residuos Peligrosos. Durante el intervalo de tiempo entre una y otra recolección se contará con un área de almacenamiento temporal, la cual estará destinada para la recepción de residuos peligrosos incompatibles y cumplirá con las siguientes indicaciones, de acuerdo a las NOM-053-SEMARNAT-1993 que establecen los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos y NOM-054- SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Las sustancias y los residuos peligrosos se dispondrán en un almacén que contará con señalamientos en donde se indique el tipo de desecho debido a que no se deberán juntar desechos incompatibles.

II.2.12 Generación de gases de efecto invernadero por etapa

El proyecto solo considera la emisión de gases de efecto invernadero durante las etapas de preparación del sitio y construcción producto de la maquinaria requerida para la construcción del proyecto y durante la etapa de operación los provenientes de los mismos vehículos que transitaran en el proyecto: Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca. Las emisiones que se generaran en el proyecto se presentan a continuación:

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. Durante la operación de la carretera, la única actividad relevante será el tránsito vehicular. Se estima que el umbral máximo de circulación será de 500 unidades/día; con esta carga vehicular se prevé una carga de emisiones como se observa en la siguiente tabla:

Tabla II. 10 Estimación de emisiones durante la operación del proyecto.

CONTAMINANTE	KG/H

Hidrocarburos	1.96
CO	4.06
NOx	4.31
PM10	1.97

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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 trazo 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 el SA y AI 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.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Puente vehicular “El Róbalo” ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPÍTULO III

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

III.1 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES. 3

III.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 3

III.1.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO (PED) DEL ESTADO DE OAXACA 6

III.2. VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRA ZONIFICACIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA RELATIVA A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU)..... 9

III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO. 9

III.2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE OAXACA..... 19

III.2.4. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP). 27

III.2.5 REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO..... 31

III.3. VINCULACIÓN CON LEYES, REGLAMENTOS O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO. 38

III.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. 38

III.3.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 40

III.3.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE..... 42

III.3.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. 43

III.3.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. 44

III.3.6. LEY GENERAL PARA LA PRESERVACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO. 44

III.3.7 LEY DE AGUAS NACIONALES. 46

III.3.8 LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL. 47

III.3.9 LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN. 47

III.3.11 NORMAS OFICIALES MEXICANAS..... 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1 Vinculación con eje y objetivo del PND 4
Tabla III. 2 Vinculación con el PND 5
Tabla III. 3 Descripción de la Región Ecológica: 18.3 10
Tabla III. 4 Estrategias aplicables para las UAB 134 10
Tabla III. 5 Estrategias de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) 134 donde se inserta el proyecto. .. 12
Tabla III. 6 Vinculación con los lineamientos del POEGT 18
Tabla III. 7 Ficha descriptiva de la UGA 6 donde incide el proyecto 22
Tabla III. 9 Principales características de las UGAS donde se inserta el proyecto 23
Tabla III. 10 Lineamientos y criterios aplicables de las UGAS que inciden con el proyecto..... 23
Tabla III. 12 Áreas Naturales Protegidas Federales en el estado de Oaxaca 27
Tabla III. 13 Vinculación con los artículos aplicables de la LGEEPA..... 38
Tabla III. 14 Vinculación con los artículos aplicables del REIA de la LGEEPA 40
Tabla III. 15 Vinculación con los artículos aplicables de la LFVS 42
Tabla III. 16 Vinculación con los artículos aplicables de la LGDFS..... 43
Tabla III. 17 Vinculación con los artículos aplicables del Reglamento de la LGDFS 44
Tabla III. 18 Vinculación con los artículos aplicables de la LAN 46
Tabla III. 19 Vinculación con los artículos aplicables de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal..... 47
Tabla III. 20 Vinculación con los artículos aplicables de la Ley de Vías Generales de Comunicación 47
Tabla III. 21 Vinculación con las NOM aplicables 48

ÍNDICE DE IMÁGENES

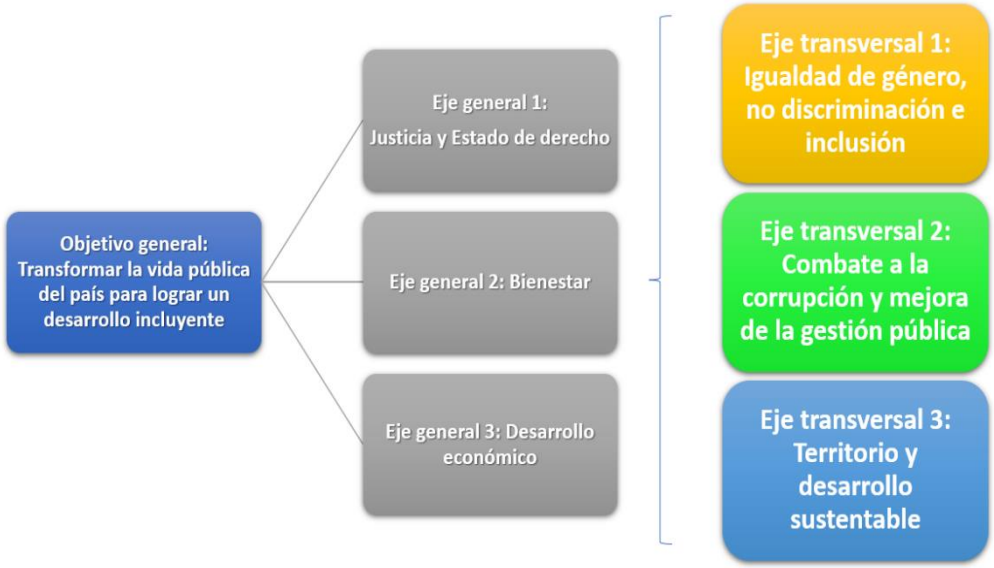
Imagen III. 1 Esquema general del PND 2019-2024 3
Imagen III. 2 Zonificación del POEGT..... 9
Imagen III. 3 Localización del proyecto con respecto al POEGT..... 11
Imagen III. 4 Esquema POERTEO 19
Imagen III. 5 Zonificación de UGAs POERTEO 20
Imagen III. 6 Localización del proyeto con respecto al POERTEO 21
Imagen III. 7 Localización del proyecto con respecto a ANP Federales 28
Imagen III. 8 Localización del proyecto con respecto a las ANP estatales 29
Imagen III. 9 Localización del proyecto con respecto a las ADVC 30
Imagen III. 10 Localización del proyecto con respecto a las AICA: 31
Imagen III. 11 Localización del proyecto con respecto a las RTP: 32
Imagen III. 12 Localización del proyecto con respecto a las RMP:..... 33
Imagen III. 13 Localización del proyecto con respecto a las RHP:..... 34
Imagen III. 14 Localización del proyecto con respecto a sitios RAMSAR..... 37

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

III.1 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES.

III.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024

Imagen III. 1 Esquema general del PND 2019-2024



El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas:

1) Justicia y Estado de Derecho;
2) Bienestar;
3) Desarrollo económico.

Asimismo, se detectaron tres temas comunes a los problemas públicos que se identificaron, y se definieron tres ejes transversales:

1) Igualdad de género, no discriminación e inclusión;
2) Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública;
3) Territorio y desarrollo sostenible.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023 con datos PND 2019-2024

Tabla III. 1 Vinculación con eje y objetivo del PND

Eje y objetivo del PND	Vinculación
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. De acuerdo con los objetivos de los ejes generales, el proyecto se relaciona directamente con el Eje General 3, el cual se desglosa a continuación. 3. El eje general de "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. De este objetivo general (3) se desprende el objetivo específico 3.6 que dice: Objetivo 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.	Mediante la ejecución del proyecto se pretende la construcción de un puente vehicular, el cual se encuentra asociado al Plan Nacional de Desarrollo y es congruente con el Objetivo 3.6, al pretender mejorar una vía de comunicación rural y librar la corriente de un río intermitente, para así contribuir al desarrollo de infraestructura y económico de la región, además de optimizar las condiciones de servicio y brindar eficiencia, así como mayor seguridad a los usuarios, pues en la actualidad solo se cuenta con un puente colgante donde solo pueden transitar peatones y vehículos automotores de bajo peso, además el proyecto pretende modernizar los accesos al puente, así como instalar el señalamiento preventivo correspondiente. Con las acciones de modernización, además de hacer más eficientes los traslados de los pobladores de la región, se incentivan actividades económicas y el consumo de bienes y servicios. Por otra parte, se promueve la disminución de riesgos para los usuarios que libran la corriente del río ya que actualmente no existe una estructura que permita un cruce seguro y con la rectificación propuesta se garantizara la operabilidad de la vialidad y mejorara las condiciones de infraestructura.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Tabla III. 2 Vinculación con el PND

Estrategia	Vinculación
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.	El proyecto se encuentra asociado y es congruente con el Plan Nacional de Desarrollo, de forma específica con el Objetivo 3.6, al pretender construir un puente moderno y seguro, así como modernizar los accesos a este y contribuir a modernizar una ruta rural existente, ya que plantea brindar mejores condiciones de servicio, además de garantizar una mayor seguridad al tránsito vehicular y conectar zonas rurales de difícil acceso.
3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.	El proyecto se localiza en una región que de acuerdo con la SEDESOL (2015) existe un alto grado de marginación, por lo cual se prevé que el puente que se pretende construir contribuya significativamente a mejorar el acceso a comunidades rurales marginadas y a promover actividades económicas primarias y secundarias. Por lo anterior se considera que el proyecto puede fungir como un coadyuvante para dar cumplimiento a esta estrategia.
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.	La construcción del puente contribuirá a que la infraestructura de la red regional de carreteras se incremente y se mejore, por lo que se considera que el proyecto se alinea a esta estrategia.
3.6.4 Contribuir a que los puertos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.	El proyecto no se localiza cerca de algún puerto, ni pretende la construcción de infraestructura portuaria por lo que la estrategia no se relaciona de forma directa con el proyecto.
3.6.5 Propiciar la creación de conjuntos industriales y urbanos de desarrollo alrededor de las vías de comunicación.	El sector del proyecto corresponde a una vía de comunicación por lo que no se relaciona con la estrategia.
3.6.6 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.	La aplicación y ejecución de esta estrategia corresponde a los diferentes órdenes de gobierno, sin embargo, la promovente del proyecto garantiza la transparencia y total cumplimiento de las obligaciones que le competan en este proyecto.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

III.1.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO (PED) DEL ESTADO DE OAXACA

Imagen 1 Esquema PED Oaxaca 2016-2022



Fuente: PED Oaxaca 2016-2022

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 (PED 2016-2022) es el resultado de un proceso de participación incluyente, que recoge las necesidades y las aspiraciones de las y los oaxaqueños a través de la amplia participación ciudadana reflejada en las propuestas y demandas expresadas en once foros sectoriales, ocho foros regionales y un foro virtual, que incluyó la colaboración de representantes de los sectores social, privado, académico y público.

El PED 2016-2022 está estructurado en cinco ejes rectores:

1) Oaxaca incluyente con desarrollo social, que tiene por objetivo mejorar la calidad de vida y garantizar el acceso a los derechos sociales de toda la población.
2) Oaxaca moderno y transparente, que busca tener un estado fuerte, honesto, de principios y valores, cohesionado y competitivo.
3) Oaxaca seguro, que está enfocado en generar una sociedad segura, mediante la protección de su ciudadanía, la prevención del delito y el respeto de los derechos humanos.
4) Oaxaca productivo e innovador, cuyo fin es potenciar el desarrollo de todos los sectores económicos a través del empleo y la inversión nacional e internacional.
5) Oaxaca sustentable, que busca conservar y preservar las riquezas naturales y culturales de nuestra entidad.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Específicamente el proyecto se relaciona directamente con el eje rector IV Oaxaca productivo e innovador, por lo que a continuación, se presentan los objetivos, estrategias y líneas de acción vinculables con el proyecto.

Tabla 1 Vinculación con el diagnóstico del PED Oaxaca 2016-2022

Diagnostico	Vinculación
Infraestructura carretera La infraestructura carretera moviliza la mayor parte del transporte de carga (55% del total) y de personas (98% del total) que transitan por el país. Para atender esta demanda, la red carretera nacional cuenta con 377,660 km de longitud, dividida entre la red federal (49,652 km), las carreteras alimentadoras estatales (83,982 km), la red rural (169,429 km) y las brechas mejoradas (74,957 km). Para mayor detalle, la infraestructura estatal presenta la siguiente situación: A nivel estatal la red carretera, de acuerdo con Caminos y Aeropista de Oaxaca (cao), tiene una extensión de 24,836.8 km, distribuida en 3,085.2 km de carreteras troncales; 5,291.1 km de carreteras alimentadoras; 14,641.2 km de caminos rurales y 1,819.3 km de brechas. En cuanto a la red troncal, integrada por las vías de comunicación que unen a las ciudades oaxaqueñas más importantes con las entidades vecinas y con el resto del país, presenta el siguiente estado físico: 60% bueno, 20% regular y 20% está en mal estado. Por su parte, en la red alimentadora estatal que permite la comunicación interregional y el enlace de los núcleos de población más importantes del estado, se observa la situación física siguiente: buena en 35%, regular en 20% y mala en 45%. Mientras que, en la red de caminos rurales y brechas, cuya función principal es la integración territorial, se observa que: 30% está en buenas condiciones, 25% en estado regular y 45% en malas condiciones. En términos de accesibilidad, los 570 municipios oaxaqueños cuentan con acceso por vía terrestre. Por otra parte, 50% de estos municipios dispone de accesos carreteros pavimentados, por lo que la atención del resto representa una carencia que debe atenderse a la brevedad. En lo concerniente a las cabeceras distritales, 28 de las 30 cuentan con acceso carretero pavimentado, una situación que se mantiene desde el año 2005.	Dado que el diagnóstico del plan estatal de desarrollo indica que la red de caminos rurales y brechas, cuya función principal es la integración territorial, se observa que: 30% está en buenas condiciones, 25% en estado regular y 45% en malas condiciones, se sobreentiende que la mejora de infraestructura vial en los caminos rurales es una carencia que debe atenderse a la brevedad, por lo que se considera que la construcción debe considerarse como prioritario, ya que con su ejecución podrán atenderse las necesidades de comunicación de las comunidades aisladas con los centros urbanos, para promover un desarrollo integral y equitativo. Por lo anterior y con base en la naturaleza del proyecto y el diagnostico presentado, se considera que el proyecto se alinea y contribuirá en la consecución de objetivos del plan estatal de desarrollo vigente.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Tabla 2 Vinculación con las estrategias y líneas de acción del PED Oaxaca 2016-2022

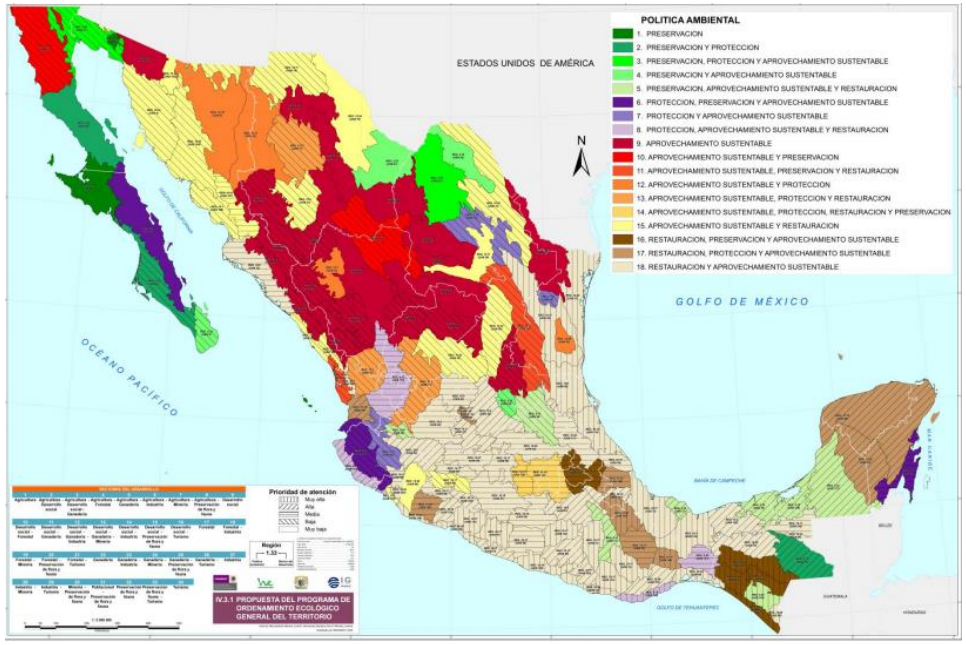
Estrategias y líneas de acción	Vinculación
Subsector 4.4. comunicaciones y transportes Estrategia 1.2: Incrementar y mantener en buenas condiciones físicas la red de carreteras y caminos existentes en Oaxaca para mejorar la conectividad municipal, regional, interestatal y nacional. Líneas de acción: • Incrementar la red carretera del estado privilegiando la conectividad como factor de desarrollo, fortaleciendo la competitividad territorial. • Generar la corresponsabilidad de las comunidades beneficiadas, a través del tequio, en la conservación y reconstrucción de la red carretera y caminera. • Conservar y reconstruir la infraestructura carretera estatal. Estrategia 2.1: Garantizar una movilidad eficiente y sustentable que mejore la seguridad y el servicio con medios de transporte terrestres motorizados y no motorizados, y el diseño de vías de comunicación adecuadas a los distintos centros poblacionales de Oaxaca. Líneas de acción: • Crear mecanismos de capacitación de operadores y prestadores del servicio de transporte público. • Desarrollar el primer plan de movilidad urbana en el estado que permita generar certeza y confiabilidad en el transporte de personas y mercancías. • Implementar un sistema integral de transporte para la Zona Metropolitana y en el interior del estado.	El proyecto se relaciona directamente con el eje rector IV ya que de este eje se deprende la estrategia 1.2 Incrementar y mantener en buenas condiciones físicas la red de carreteras y caminos existentes en Oaxaca para mejorar la conectividad municipal, regional, interestatal y nacional, dada la necesidad presentada en dicha estrategia, se considera que el proyecto se alinea totalmente con el plan estatal de desarrollo, ya que la construcción del puente vehicular aumentará la conectividad en la región ya tendera una necesidad prioritaria de conectividad con la finalidad de que las comunidades indígenas y/o de alta marginación cuenten con un acceso seguro, eficiente y moderno; teniendo como consecuencia una mejora en la calidad de vida y el aumento de actividades económicas al favorecer las condiciones para el transporte de mercancías de las comunidades que divide el cruce del río se integra a la estrategia de conectividad estatal, mediante infraestructura, pieza clave para lograr abatir la marginación en la que se encuentran diversas localidades de esta región.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

III.2. VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRA ZONIFICACIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA RELATIVA A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU).

III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.

Imagen III. 2 Zonificación del POEGT



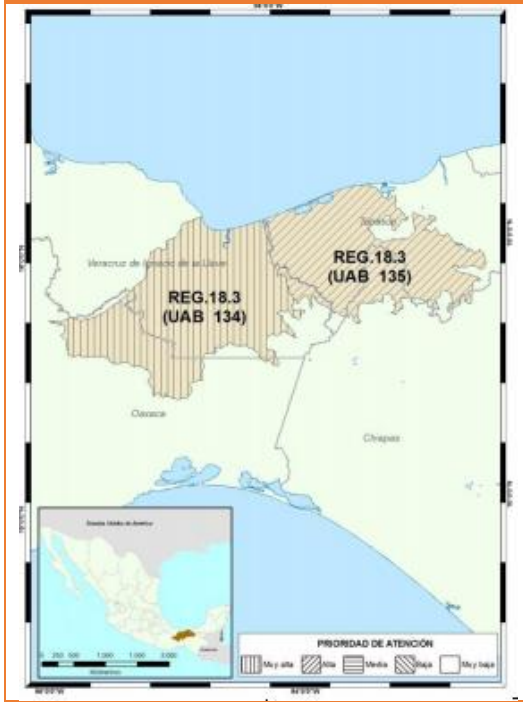
Fuente: POEGT, 2012

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 se le asignaron 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 ubica en la Región Ecológica 17.17 que abarca la UAB 140; denominada "Sierras Orientales de Oaxaca Sur".

Tabla III. 3 Descripción de la Región Ecológica: 18.3

Región Ecológica: 18.3	
	REGIÓN ECOLÓGICA: 18.3 Unidades Ambientales Biofísicas que la componen: 134. Llanura Costera Veracruzana Sur 135. Planicies Aluviales del Occidente de Tabasco Estado Actual del Medio Ambiente 2008: UAB 134. Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Medio. No presenta superficie de ANP. Muy alta degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Pecuario, Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 2. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio 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 con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Fuente. POEGT, 2012

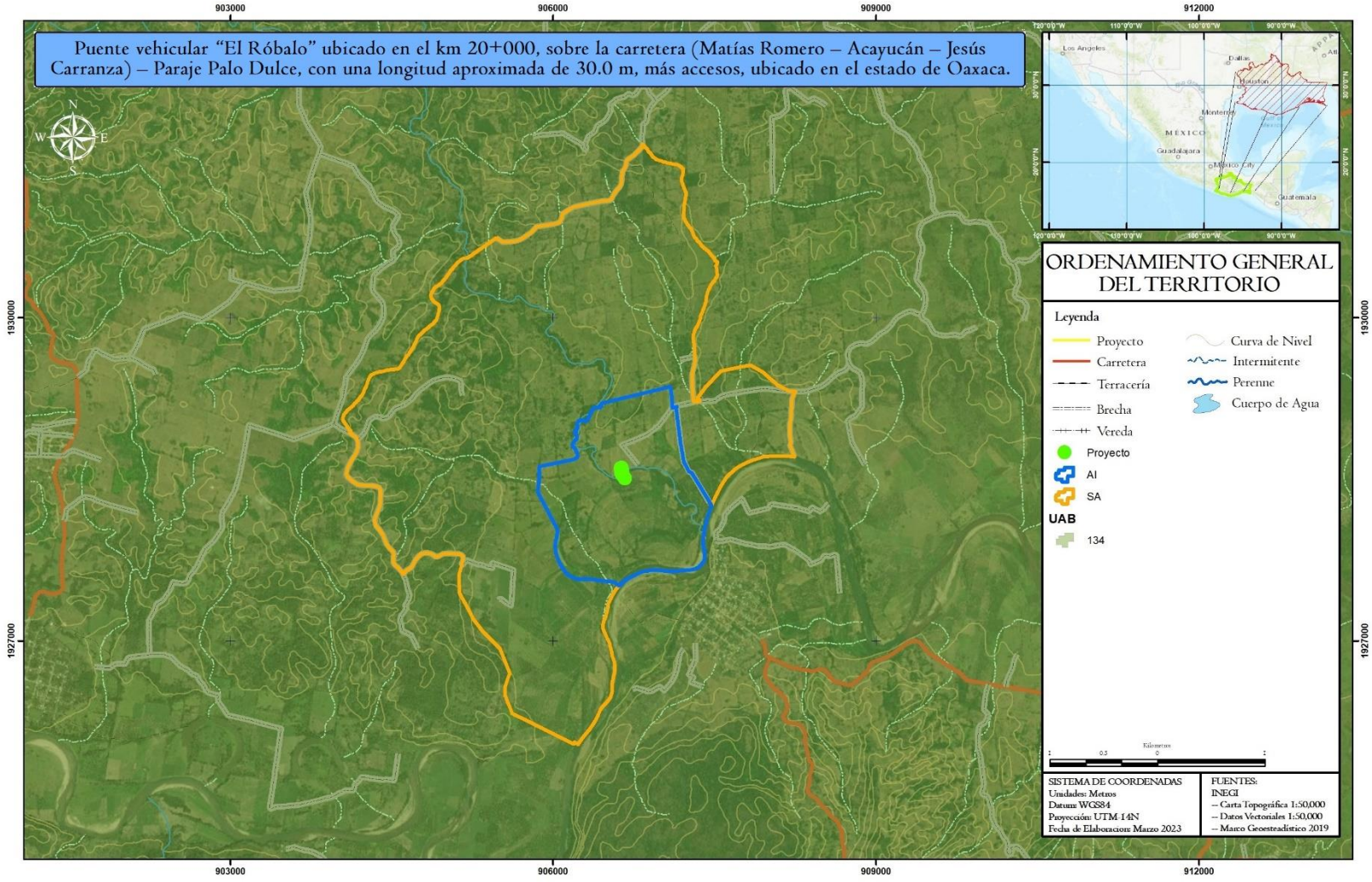
Tabla III. 4 Estrategias aplicables para las UAB 134

Clave región	UAB	Nombre	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros Sectores de Interés	Nivel de atención Prioritaria	Estrategias
18.3	134	Llanura Costera Veracruzana Sur	Agricultura - Desarrollo Social - Ganadería	Industria - PEMEX	Preservación de Flora y Fauna	CFE- Forestal - Minería	Muy Alta	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Fuente. POEGT, 2012

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

Imagen III. 3 Localización del proyecto con respecto al POEGT



Fuente: Elaboración propia con datos POEGT.

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

Tabla III. 5 Estrategias de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) 134 donde se inserta el proyecto.

Estrategias UAB 134	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
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. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental
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.
C) Agua y saneamiento.	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional

D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional.
E) Desarrollo social.	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.
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.

Fuente. POEGT, 2012

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.

Tabla 3 Vinculación con las estrategias de la UAB 134 del POEGT

Estrategias UAB 134	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio A) Preservación 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. 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.	En cuanto a las estrategias del grupo I relacionadas con: A) Preservación, B) Aprovechamiento sustentable, C) Protección de los recursos naturales, D) Dirigidas a la Restauración y E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios: El proyecto pretende promover su cumplimiento 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 • Rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre. • Se regarán las zonas de trabajo para evitar el levantamiento de polvos. • Deberán evitarse excavaciones y remociones de suelo innecesarias • Los árboles cercanos al trazo se marcarán 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

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. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental	subsecuentemente en este documento, se busca asegurar la viabilidad ambiental del proyecto y de igual manera dar cumplimiento a las estrategias del grupo I.
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. C) Agua y saneamiento. 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional. E) Desarrollo social.	Considerando que el 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 turístico a nivel local, regional y nacional. Derivado de lo anterior y con relación en las estrategias del grupo II, el proyecto pretende la modernización de un camino rural existente en una región agrícola 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

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.	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.
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.	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.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Tabla III. 6 Vinculación con los lineamientos del POEGT

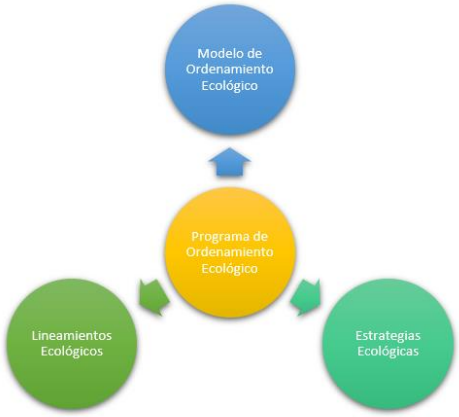
Lineamiento	Vinculación
1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.	Tomando en cuenta las características del proyecto y que este se somete para ser evaluado por la autoridades competentes mediante el proceso de evaluación en materia de Impacto Ambiental se prevé que la ejecución del proyecto no ponga en riesgo el equilibrio ecológico y la dinámica ecosistémica del área del proyecto, aunado a esto se proponen diversas medidas de mitigación para asegurar la viabilidad ambiental de este y son propuestas tomando siempre en cuenta el cumplimiento la normatividad aplicable.
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 medidas de prevención y mitigación en el tales como el rescate de ejemplares de flora, reforestación y ahuyentamiento de fauna.
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.	El proyecto plantea la modernización de un camino rural en una zona que se ha visto impactada a lo largo del tiempo debido a las actividades de agrícolas y ganaderas, por lo que, si bien se generará una serie de impactos negativos, se prevé que estos impactos no sean significativos y que se vean reducidos mediante la ejecución de las medidas de mitigación y la aplicación del plan de vigilancia ambiental. Con lo anterior se podrá garantizar la viabilidad ambiental del proyecto y dar cumplimiento al presente lineamiento al no comprometer el equilibrio ecológico y la prestación de los servicios ambientales actuales.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Derivado de lo expuesto, se considera que el proyecto es congruente con las estrategias y lineamientos establecidos por el POEGT, por lo que, No se contraviene en ningún sentido lo estipulado en este instrumento de ordenamiento territorial.

III.2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE OAXACA

Imagen III. 4 Esquema POERTEO



Fuente: Elaboración propia con datos POERTEO

El Estado de Oaxaca tiene el Programa De Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO), publicado en el Periódico Oficial del estado el día 27 de febrero de 2016.
La siguiente figura esquematiza los elementos que dan lugar UGA al POERTEO. Como podemos observar, la unión del modelo de ordenamiento con los lineamientos y las estrategias ecológicas generan el Programa de Ordenamiento Ecológico.

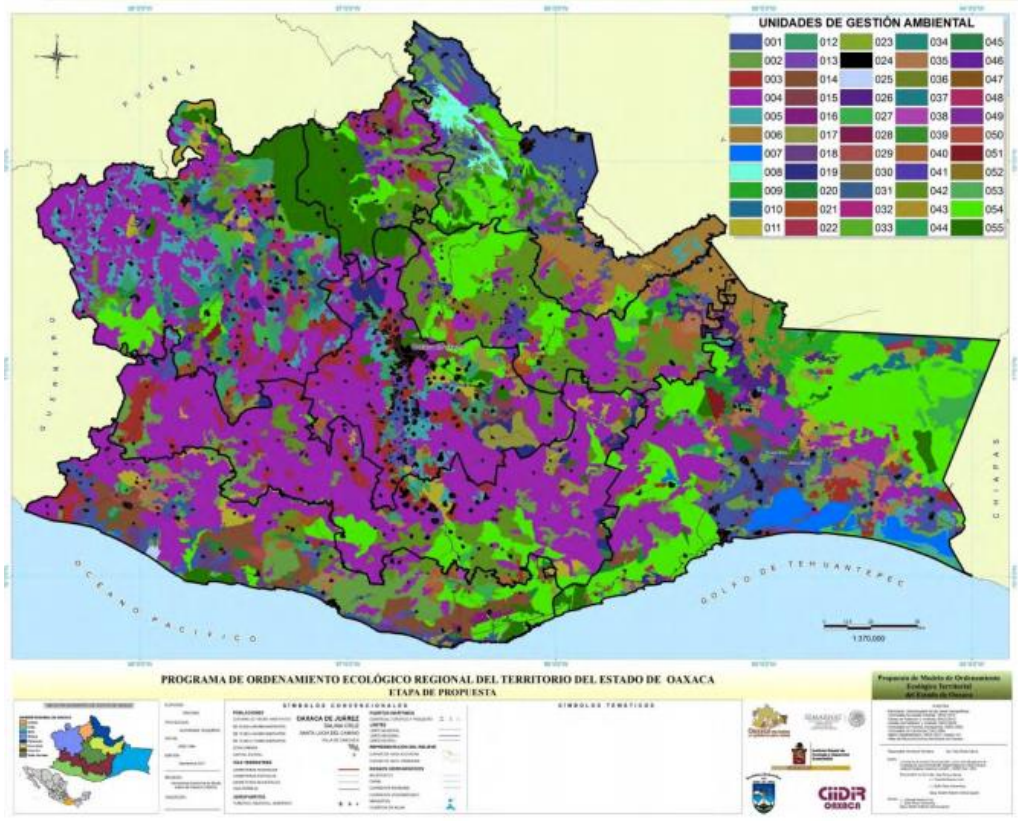
El modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE) es la representación, en un sistema de información geográfica, de las UGAS. En tanto una UGA es la unidad mínima del área de Ordenamiento Ecológico a la que se asignan lineamientos y estrategias ecológicas. Posee condiciones de homogeneidad de aptitud del territorio (definidos por atributos ambientales y socioeconómicos), además representa la unidad estratégica de manejo que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando el consenso entre los sectores respecto a la utilización del territorio.

A fin de presentar de una forma simplificada la información referente a las estrategias ecológicas, se optó por organizar las UGAS, en primer lugar, con base en su política, y posteriormente, por sectores, definiendo en cada uno las estrategias particulares que se deberán aplicar cuando el sector en cuestión sea recomendado o condicionado.

Políticas ambientales, lineamientos, estrategias programas y acciones
Una vez que se han identificado las UGAS en el MOE, se define la política ambiental y lineamientos ecológicos que les corresponden. En este caso, el estatus coincide con la política asignada, es decir, el estatus definió la política ambiental que cada UGA tendría dentro del Modelo de ordenamiento.

- *Política ambiental* Las políticas ambientales definirán las medidas necesarias para prevenir o disminuir las afectaciones al ambiente y por tanto minimizar los conflictos ambientales entre sectores. Según las definiciones del Manual de Ordenamiento Ecológico (SEMARNAT 2006), existen cuatro tipos de política:
  - a) Política de Aprovechamiento
  - b) Política de Conservación
  - c) Política de Restauración
  - d) Política de Protección.
- *Lineamientos ecológicos* De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento, un lineamiento ecológico es una meta o enunciado general que refleja el estado deseable de una unidad de gestión ambiental.
  Los lineamientos se construyeron con base en: la política ambiental que correspondiera a la UGA
- *Estrategias ecológicas* De acuerdo con el reglamento de la LGEEPA, una estrategia ecológica es la integración de los objetivos específicos, acciones, proyectos y programas que coadyuven en el cumplimiento de los lineamientos ecológicos, así como a la minimización de conflictos ambientales.
- *Los criterios de regulación ecológica* son 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

Imagen III. 5 Zonificación de UGAs POERTEO



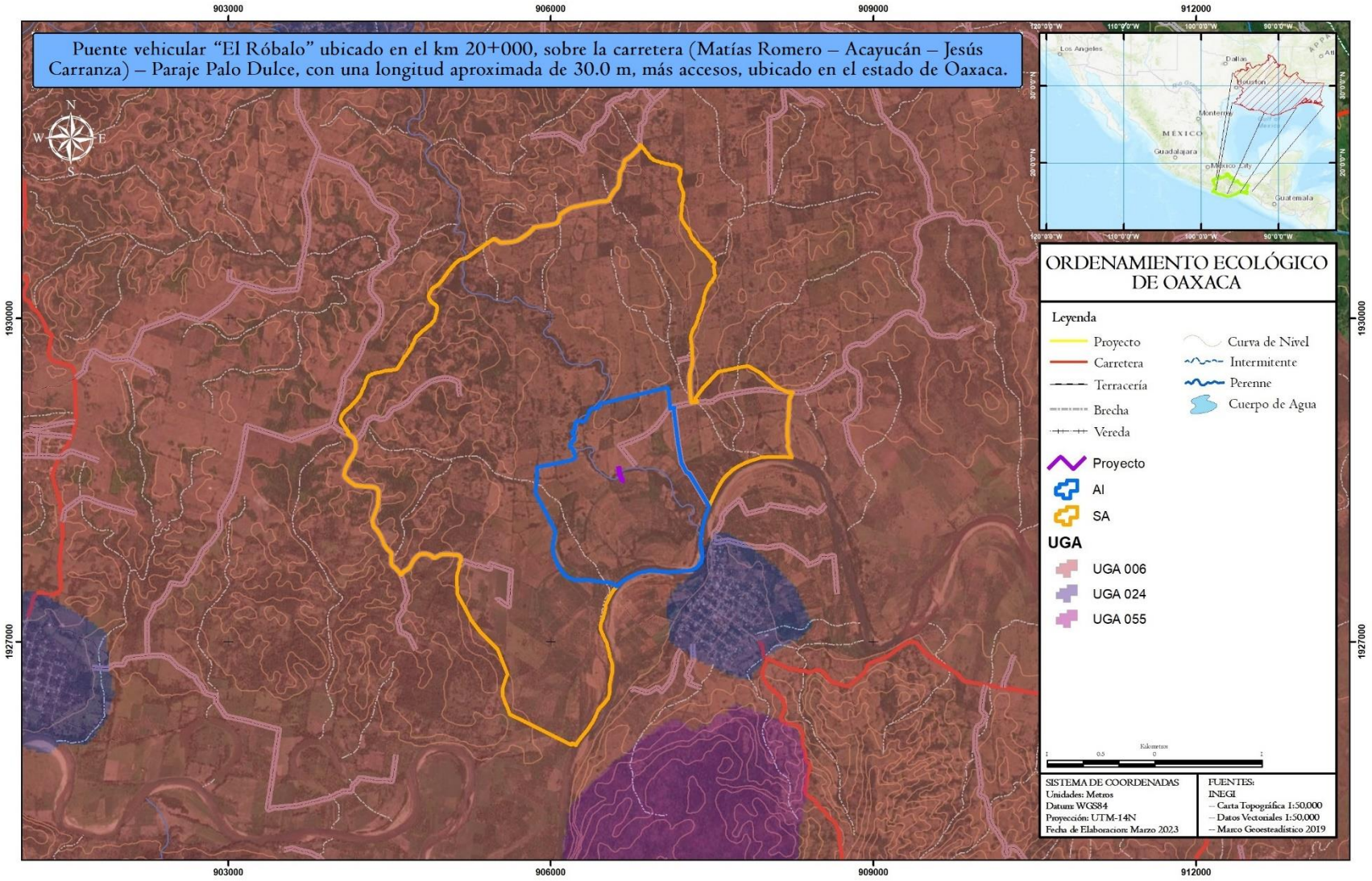
Fuente: POERTEO, 2016

El MOE del POERTEO está compuesto por 55 unidades de gestión ambiental, con 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.

Con base en lo anterior y de acuerdo con el análisis cartográfico realizado, se tiene que el área del proyecto se encuentra inmerso dentro de la unidad No. 6, del POERTEO y presenta una política de aprovechamiento sustentable. La localización del proyecto dentro de la delimitación correspondiente al POERTEO se muestra en la siguiente imagen.

Imagen III. 6 Localización del proyeto con respecto al POERTEO



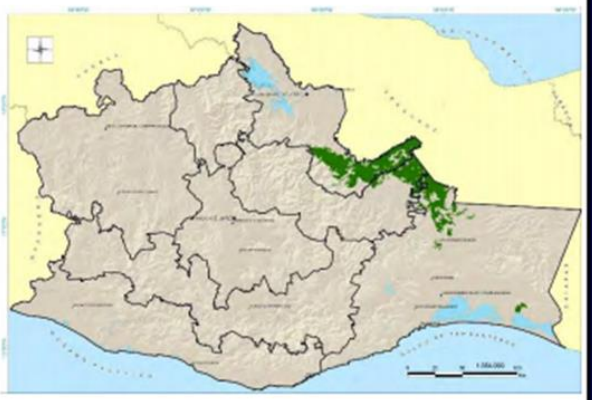
Fuente: Elaboración propia con datos POERTEO

A continuación, se presenta la descripción de las mencionadas UGAS que inciden directamente en el área del proyecto en cuestión.

Tabla III. 7 Ficha descriptiva de la UGA 6 donde incide el proyecto

Aprovechamiento Sustentable

Clave:UGA 006





Superficie (ha.)	
Población	
Regiones	
Riesgo (nivel)**	Medio
Biodiversidad**	Alta
Presión (nivel)**	Medio
Cobertura	Agricultura 10.78%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 1.09%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 0.84%; Bosque de Encino 0.33%; Bosque Mesofilo de Montaña 3.00%; Cuerpo de Agua 0.01%; Matorral Xerófilo 0.00%; Pastizal 59.58%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 0.01%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 24.24%; Sin vegetacion aparente 0.13%; Vegetación Acuática 0.00%
Aptitud (sector)	Uso Recomendado: S1, S4 Uso Condicionado: S8, S9, S2 Uso No recomendado: S3, S6, S11 Sin Aptitud: S7, S10, S9 (E)
Escenario	Actual
Conflictos	S1 - S4, S1 - S8, S1 - S9, S1 - S2, S4 - S9, S4 - S8, S4 - S2, S8 - S9, S8 - S2, S9 - S2
Lineamientos	Aprovechar los cuerpos de agua para el desarrollo de actividades acuícolas, y las áreas con baja productividad agrícola y ganadera para centros de población con un crecimiento planeado, mientras que las áreas aptas y productivas se fomentará el desarrollo agropecuario, con procesos sustentables, para conservar en buen estado las 81,891 ha actuales de bosques y selvas y con ello lograr un equilibrio en el entre el desarrollo de procesos antropogénicos y medio ambiente.

Comentarios

El sector agrícola que se encuentra condicionado tiene riesgo de inundación en las regiones de Istmo, Papaloapan y Sierra Norte (en la vertiente del Golfo).

Criterios de regulación ecológica

C-013, C-014, C-015, C-017, C-019, C-020, C-023, C-024, C-025, C-026, C-027, C-028, C-029, C-031, C-032, C-033, C-043, C-044, C-045, C-

Fuente: POERTEO

Tabla III. 8 Principales características de las UGAS donde se inserta el proyecto

UGA	Política	Sectores recomendados	Superficie (ha)	Biodiversidad	Nivel de riesgo	Nivel de presión
06	Aprovechamiento Sustentable	Acuícola, Asentamientos humanos	277,504.02	Alta	Medio	Medio

Fuente: Elaboración propia con datos POERTEO

En la tabla siguiente se presentan los lineamientos ecológicos para cada UGA que incide en el proyecto.

Tabla III. 9 Lineamientos y criterios aplicables de las UGAS que inciden con el proyecto

UGA	Política	Uso recomendado	Usos condicionados	Usos no recomendados	Sin aptitud	Lineamiento a 2025	Criterios
06	Aprovechamiento Sustentable	Acuícola, Asentamientos humanos	Ganadería, industria, agrícola	Apícola, ecoturismo, turismo	Forestal, minería, industria eólica	Aprovechar los cuerpos de agua para el desarrollo de actividades acuícolas, y las áreas con baja productividad agrícola y ganadera para centros de población con un crecimiento planeado, mientras que las áreas aptas y productivas se fomentará el desarrollo agropecuario, con procesos sustentables, para conservar en buen estado las 81,891 ha actuales de bosques y selvas y con ello lograr un equilibrio en el entre el desarrollo de procesos antropogénicos y medio ambiente	C-013, C-014, C-015, C-017, C-019, C-020, C-023, C-024, C-025, C-026, C-027, C-028, C-029, C-031, C-032, C-033, C-043, C-044, C-045,

Fuente: Elaboración propia con datos POERTEO

Vinculación

A continuación, se presenta de forma desglosada cada uno de los criterios aplicables para cada una de las UGAS en donde se encuentra inmerso el proyecto, así como la vinculación con cada uno de ellos.

Descripción	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.	El proyecto refiere a la construcción de un puente y no contempla ejecutar actividades productivas. Por otra parte, si bien el trazo del proyecto presenta cruces con corrientes de agua, No se pretende afectar zonas con vegetación donde no sea necesario, y el proyecto contempla las siguientes acciones de protección: • Ejecutar acciones de revegetación • Revisión diaria de maquinaria y equipo para evitar fugas o derrames accidentales Marcaje de individuos para delimitar las zonas específicas donde existirá afectación.
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.	El proyecto no pretende modificar o alterar los flujos naturales de agua ya que se bien la obra contempla la construcción de una estructura de drenaje mayor, el mismo se ha planteado como una solución vial, pero considerando las condiciones actuales de flujos y periodos de retorno, para de esta manera no presentar afectación alguna sobre los flujos del escurrimiento y que permita que los patrones de drenaje continúen siendo los mismos que actualmente presentan
C-015.- Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menos de 50 m.	El proyecto refiere a la construcción de un puente y no contempla ejecutar actividades productivas. Por otra parte, si bien el trazo del proyecto presenta cruces con corrientes de agua, No se pretende afectar zonas con vegetación donde no sea necesario, y el proyecto contempla las siguientes acciones de protección: • Ejecutar acciones de revegetación • Revisión diaria de maquinaria y equipo para evitar fugas o derrames accidentales Marcaje de individuos para delimitar las zonas específicas donde existirá afectación.
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.	La ejecución de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno, sin embargo, durante la ejecución del proyecto se pretende aplicar plan integral para el manejo de los residuos, así como colocar letreros alusivos indicando donde se deben depositar los residuos durante el desarrollo de las obras, además de que se contemplan medidas de mitigación para evitar que los materiales sobrantes o residuos sólidos de las obras obstruyan las corrientes o cruces de agua. La disposición de residuos será ejecutada por una empresa debidamente autorizada la cual será la responsable de la disposición de estos.
C-019 En los cuerpos de agua naturales, solo se recomienda realizar la actividad acuícola con especies nativas.	El proyecto solo contempla las actividades constructivas asociadas a la construcción de un puente, por lo que no se pretende realizar actividades extractivas o de aprovechamiento sobre cuerpos o corrientes de agua. Debido a lo anterior el criterio no es aplicable.
C-020.- Se deberán tratar las aguas residuales que sean vertidas en cuerpos de agua que abastecen o son utilizados por actividades acuícolas.	El proyecto se refiere a la construcción de un puente, y no contempla la generación de aguas residuales, a excepción de las generadas por el uso de los sanitarios móviles; estas aguas residuales serán recolectadas y dispuestas por la misma compañía que sea contratada para otorgar el dicho servicio asegurándose del cumplimiento normativo.
C-023 Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas cercanas a esteros y antiguos brazos o lechos secos de arroyos.	El proyecto se refiere a la construcción de un puente y no contempla construir o instalar desarrollos habitacionales, polo que, el criterio no es aplicable.
C-024 Los desarrollos habitacionales deberán establecerse a una distancia mínima de 5km de industrias con desechos peligrosos	El proyecto se refiere a la construcción de un puente y no contempla construir o instalar desarrollos habitacionales, polo que, el criterio no es aplicable.

C-025 Se deberá tratar el agua residual de todas las localidades con más de 2500 habitantes de acuerdo con el 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 ejecución de este criterio corresponde a las autoridades municipales de las zonas urbanas, por lo que el criterio no es aplicable para el proyecto.
C-026 Todos los asentamientos humanos, viviendas, establecimientos comerciales, industriales y de servicios, 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.	El proyecto se refiere a la construcción de un puente y no contempla construir o instalar desarrollos habitacionales, polo que, el criterio no es aplicable. Aunado a lo anterior el proyecto no contempla la generación de aguas residuales durante sus diversas etapas constructivas y de operación, además, para evitar la descarga de aguas residuales de sanitarios, se utilizarán sanitarios portátiles mismos que serán manejados por un proveedor autorizado que se encargará de su adecuada disposición final.
C-027 Los desarrollos habitacionales deberán evitarse en zonas con acuíferos sobreexplotados	El proyecto se refiere a la construcción de un puente y no contempla construir o instalar desarrollos habitacionales, polo que, el criterio no es aplicable
C-028 Se evitará el establecimiento de asentamientos humanos dentro de tiraderos, rellenos sanitarios y todo lugar que contenga desechos sólidos urbanos.	El proyecto se refiere a la construcción de un puente y no contempla construir o instalar desarrollos habitacionales, polo que, el criterio no es aplicable
C-029.- Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	En este documento se contempla la integración y ejecución de medidas de mitigación para evitar que los materiales sobrantes o residuos sólidos de las obras obstruyan las corrientes o cruces de agua, además de la aplicación de un Plan integral de manejo de residuos, el cual será ejecutado por una empresa debidamente autorizada la cual será la responsable de la disposición de estos. Con esto se busca dar cumplimiento a todas las disposiciones legales aplicables en materia de residuos.
C-031.- Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento deberá cumplir con los criterios esta.	El proyecto no se localiza en una zona de riesgo alto por lo que el criterio no es aplicable.
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.	El proyecto no se localiza en una zona de riesgo alto, además, no se pretende la construcción de ningún tipo de asentamiento humano por lo que el criterio no es aplicable.
C-033.- Toda obra de infraestructura en zonas de 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 proyecto no se localiza en una zona de riesgo de inundación, aunado a lo anterior el proyecto no prevé modificar o alterar los flujos naturales de agua, ya que se pretende instalar obras de drenaje para que el flujo siga curso normal, y así evitar la dinámica hidrológica se altere
C-043 Los hatos de ganadería intensiva se deberán mantener a una distancia mínima de 500 metros de cuerpos y/o afluentes de agua.	El proyecto refiere a la construcción de un puente y no pretende llevar a cabo actividades relacionadas con la ganadería, por lo que el criterio resulta no aplicable.

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.	El proyecto refiere a la construcción de un puente y no pretende llevar a cabo actividades relacionadas con la ganadería, aunado a esto el proyecto no pretende usar químicos para el control de plagas, ni herbicidas de ningún tipo, toda vez que el d despalme se llevará a cabo de forma manual y mecánica.
C-045 Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población.	El proyecto no pretende la construcción, instalación u operación de ningún tipo de industria, sin embargo, se prevé que durante las diversas etapas del proyecto se puedan generar residuos peligrosos, por lo que se propone aplicar un plan de manejo integral para este tipo de residuos, de igual manera se buscará que los almacenes temporales se localicen al menos a 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población y que la recolección y disposición final la realice una empresa autorizada por la SEMARNAT. Con base en lo anterior se pretende dar cumplimiento total a este criterio.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Con base en lo descrito anteriormente, se considera que la ejecución de la diversas etapas del proyecto Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca, se alinean a los criterios establecidos en el POERTEO, por lo que se considera que el proyecto es compatible con el mismo, ya que en ningún momento contraviene los criterios establecidos en este instrumento de política ambiental

III.2.4. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP).

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 ANP'S 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).

Áreas Naturales Protegidas Federales

A continuación, se presentan las áreas protegidas decretadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) que existen en territorio oaxaqueño.

Tabla III. 10 Áreas Naturales Protegidas Federales en el estado de Oaxaca

ANP
Tehuacán-Cuicatlán
Benito Juárez Huatulco
Lagunas de Chacahua
Yagul
Boquerón de Tonalá
Playa de la Bahía de Chacahua
Playa de Escobilla
Tehuacán-Cuicatlán

Fuente: INEGI 2018

Las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) son áreas naturales protegidas competencia de la Federación dedicadas a una función de interés público, y establecidas mediante certificado emitido por la secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) por conducto la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
Responden a iniciativas de pueblos indígenas, organizaciones sociales, personas morales, públicas o privadas, de destinar sus predios a acciones de conservación y son administradas por sus legítimos propietarios, conforme a su propia Estrategia de Manejo.

A continuación, se presenta la localización del proyecto con respecto a esta ANP de carácter Federal.

Localización	Vinculación

Imagen III. 7 Localización del proyecto con respecto a ANP Federales

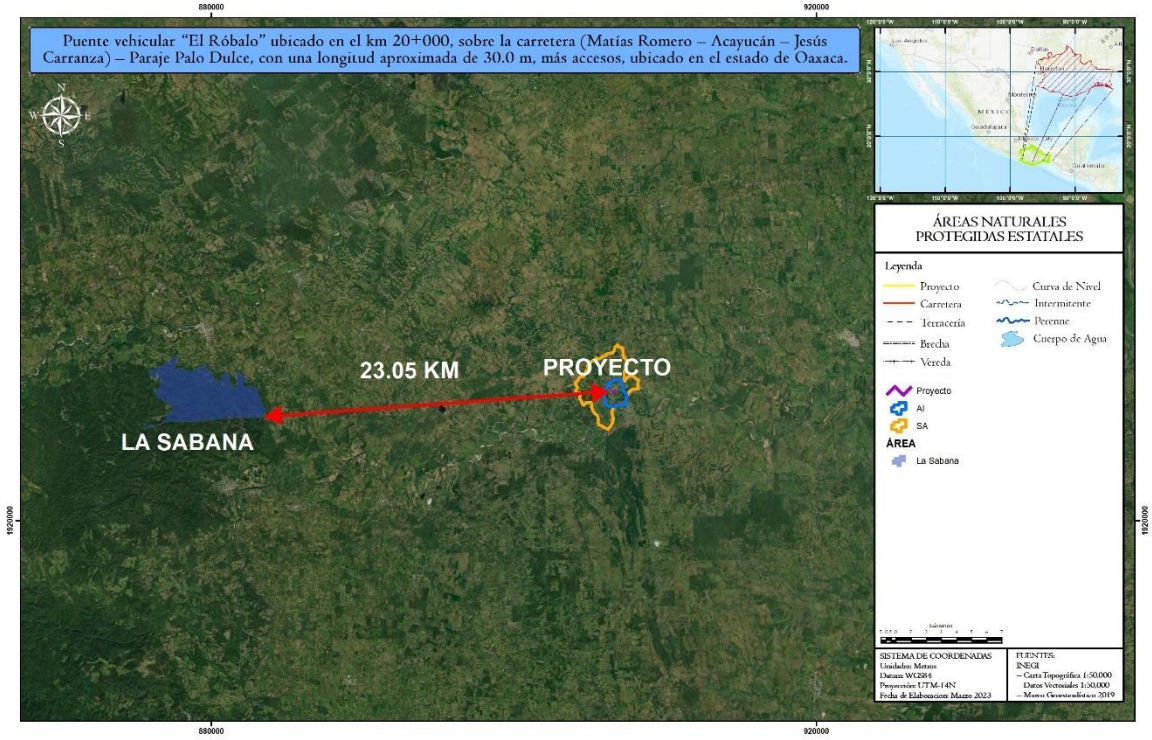


Fuente: Elaboración propia con datos INEGI

Se realizó una consulta al listado del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y un análisis espacial para confirmar que la zona donde se asienta el proyecto *NO* incide con ninguna zonificación decretada como Área Natural Protegida de carácter federal, la más cercana al sitio del proyecto es la denominada "Los Tuxtlas" localizada al noroeste del sitio del proyecto y a una distancia aproximada de 97.22 Km en línea recta.

Áreas Naturales Protegidas estatales

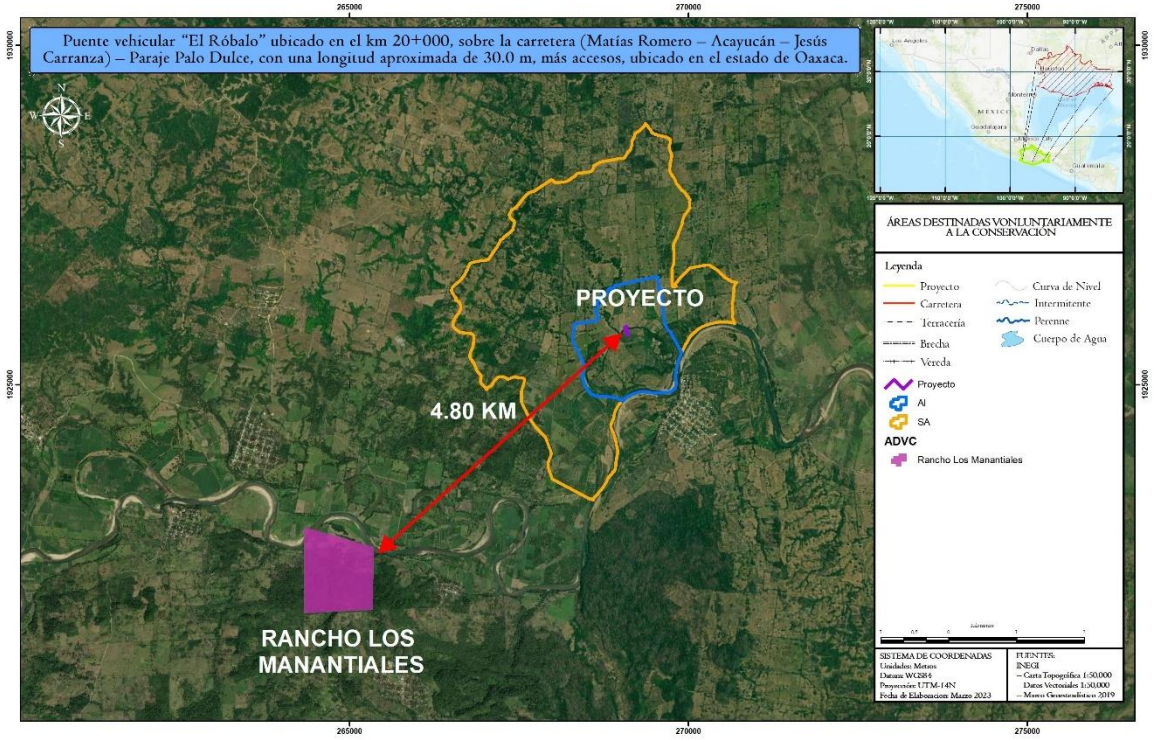
El establecimiento y operación de las Áreas Protegidas de carácter estatal constituyen actualmente la estrategia más importante para la conservación del patrimonio biológico de Oaxaca y de los servicios ambientales que brinda a toda la población en general. En el estado se han decretado seis Áreas Naturales Protegidas por parte de Gobierno Estatal, cuatro de ellas clasificados como Parques Estatales y dos como Zonas de Reserva Ecológica, en conjunto cubren una superficie de 8,667.51 hectáreas (el 0.09 por ciento de la superficie total del estado), éstos se hayan ubicados en diversas regiones del Estado de Oaxaca y albergan una importante variedad de especies de fauna y flora.

Localización	Vinculación
Imagen III. 8 Localización del proyecto con respecto a las ANP estatales  Fuente: Elaboración propia con datos INEGI	De acuerdo con el análisis espacial realizado, el área del proyecto NO se localiza inmersa en ningún ANP de carácter estatal. El ANP estatal más cercana al sitio de proyecto es la denominada "La Sabana" y se localiza a una distancia aproximada 23.05 Km en línea recta hacía la porción oeste de la zona del proyecto.

Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación

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).

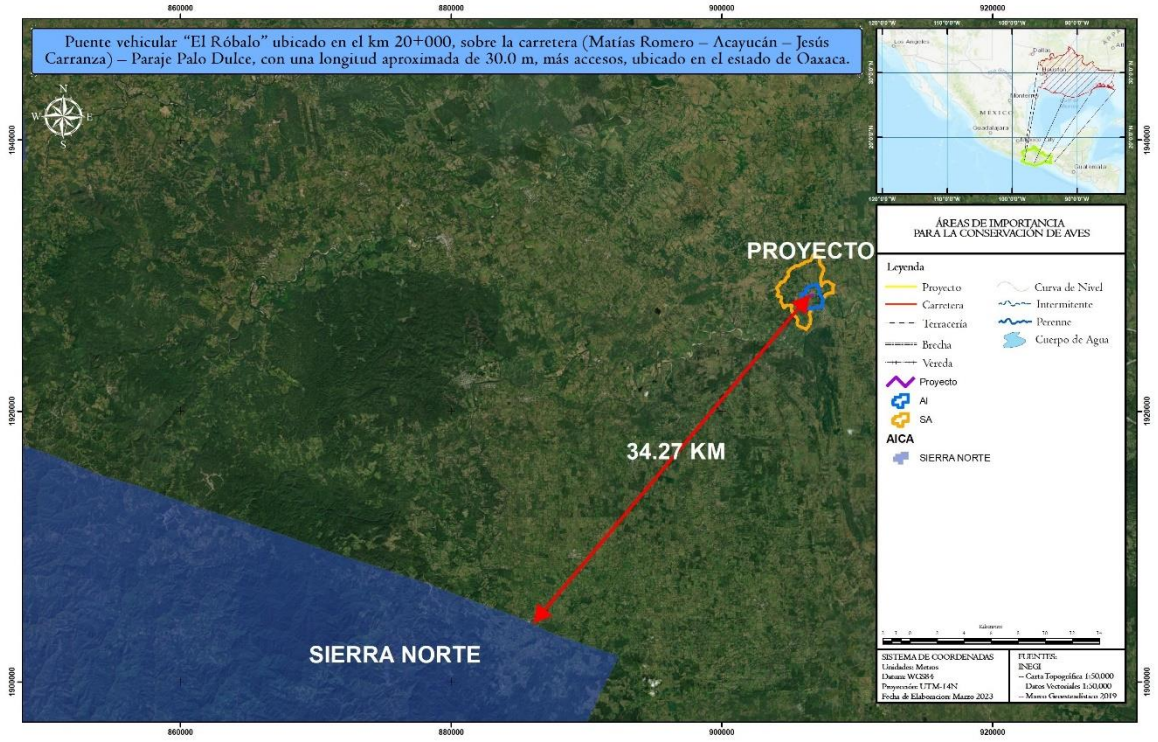
Estas Áreas Naturales Protegidas (ANP) son destinadas voluntariamente por el propietario del predio, que puede ser una persona física, moral, privada, pueblos y comunidades indígenas o una organización social.

Localización	Vinculación
Imagen III. 9 Localización del proyecto con respecto a las ADVC  Fuente: Elaboración propia con datos INEGI	De acuerdo con el análisis espacial realizado, el área del proyecto NO se localiza inmersa en ningún ADVC de carácter estatal. El ADVC más cercana al sitio de proyecto es la denominada "Rancho los Manantiales" y se localiza a una distancia aproximada 4.80 Km en línea recta hacía la porción Oeste de la zona del proyecto.

III.2.5 REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

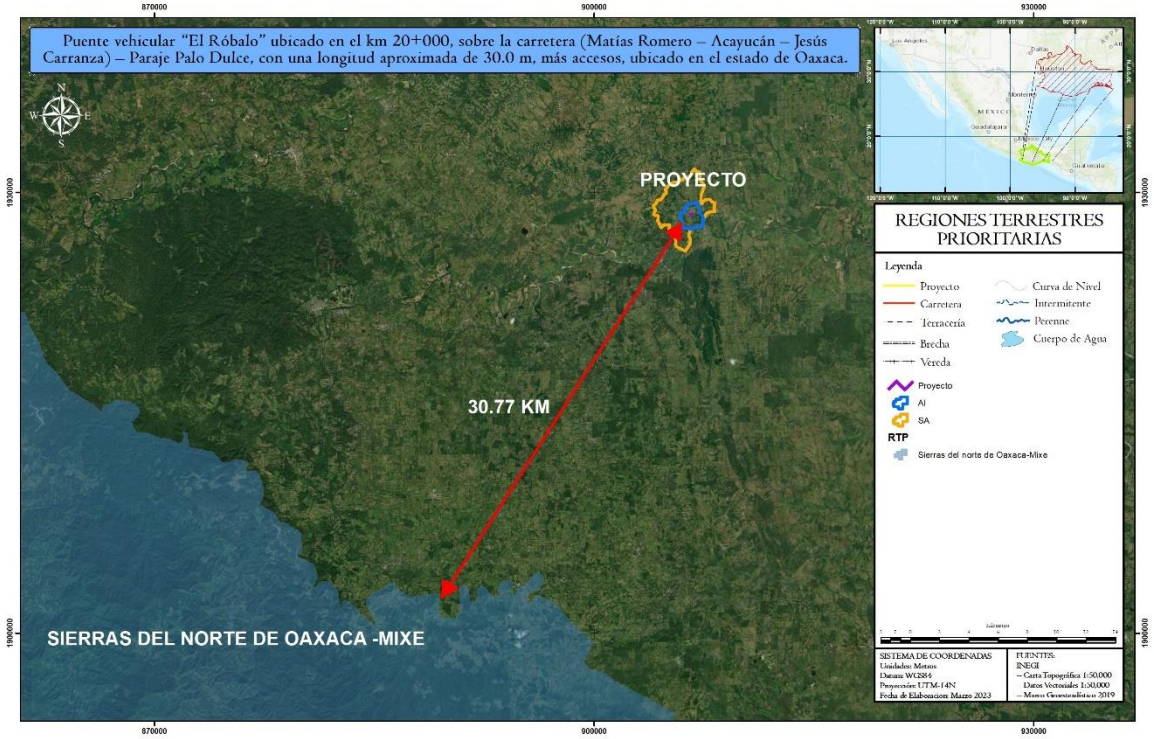
Las AICAS surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio.
En la siguiente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

Localización	Vinculación
Imagen III. 10 Localización del proyecto con respecto a las AICA:  Fuente: Elaboración propia con datos INEGI	Como resultado del análisis bibliográfico y espacial realizado, es obtuvo que el proyecto, no se localiza dentro de ninguna zona delimitada como AICA. El AICA más cercana al sitio del proyecto es la denominada "Sierra Norte" y se localiza hacia el Suroeste del área del proyecto, aproximadamente a 34.27 km en línea recta. Por lo anterior se considera que el proyecto no tiene injerencia alguna en la dinámica ambienta, social y económica de ninguna zonificación de este tipo.

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. Este proyecto contó con el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), The Nature Conservancy (TNC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) así como con la participación del Instituto Nacional de Ecología como autoridad normativa del gobierno federal.

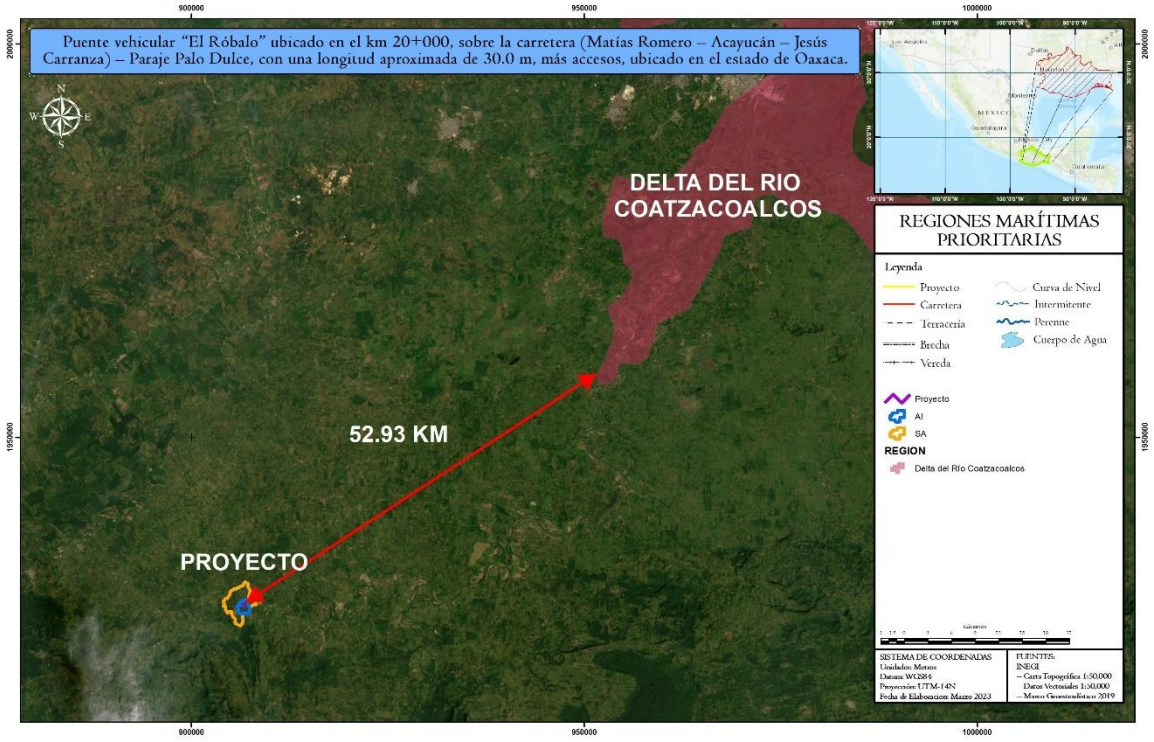
Localización	Vinculación
Imagen III. 11 Localización del proyecto con respecto a las RTP:  Fuente: Elaboración propia con datos INEGI	Como resultado del análisis bibliográfico y espacial realizado, es obtuvo que el área del proyecto no se localiza dentro de alguna zona delimitada como Región Terrestre Prioritaria (RTP), el mencionado análisis arrojo que el área de este tipo más cercana al proyecto es la RTP "Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe", que se encuentra a 30.77 km.

Regiones Marinas Prioritarias

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados.

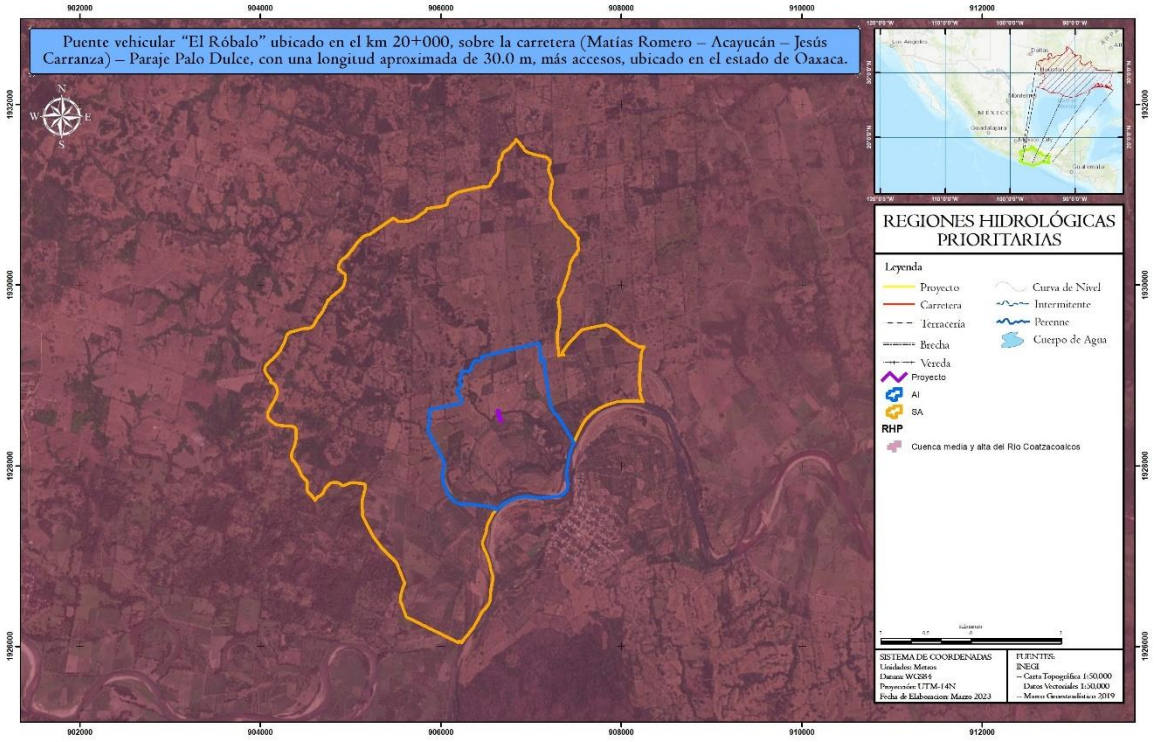
Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada 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.

Localización	Vinculación
Imagen III. 12 Localización del proyecto con respecto a las RMP:  Fuente: Elaboración propia con datos INEGI	El proyecto no se localiza sobre ningún área delimitada como región marina prioritaria (RMP). La zonificación de RMP más cercana al sitio del proyecto es la denominada "Delta del Río Coatzacoalcos" y se encuentra a 52.93 Km de distancia en línea recta. Por lo que el proyecto no tendrá incidencia alguna con regionalizaciones de este tipo

Regiones Hidrológicas Prioritarias

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. 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. Para esto, con la participación de especialistas y personal académico con la finalidad de desarrollar un marco de referencia para contribuir a la conservación y manejo sostenido de los ambientes acuáticos epicontinentales.

Localización	Vinculación
Imagen III. 13 Localización del proyecto con respecto a las RHP:  Fuente: Elaboración propia con datos INEGI	Como resultado del análisis bibliográfico y espacial realizado, es obtuvo que el proyecto se localiza dentro de zona delimitada como RHP. El proyecto se encuentra inmerso dentro de la RHP "Cuenca Media y alta del Río Coatzacoalcos".

81. CUENCA MEDIA Y ALTA DEL RÍO COATZACOALCOS

Estado(s): Veracruz y Oaxaca Extensión: 11 039.11 km^2
Polígono: Latitud 17°42'00'' - 16°37'48'' N Longitud 95°43'48'' - 94°10'12'' W
Recursos hídricos principales

- lénticos: zona inundable de la cuenca media
- lóticos: ríos Coatzacoalcos, Jaltepec y Sarabia, arroyos, pequeños manantiales

Limnología básica: ND
Geología/Edafología: sierra Atravesada; suelos lateríticos arcillosos Acrisol y Luvisol y en la planicie Gleysol, Cambisol, Vertisol y Nitosol.
Características varias: clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 24-26 oC. Precipitación total anual 1 500-2 500 mm.
Principales poblados: Jesús Carranza, Matías Romero, Ramos Millán, Hidalgotitlán
Actividad económica principal: ganadería, industria lechera, pesca y cafetales
Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: vegetación riparia, tular y popal en zonas inundables (cuenca media), bosques mesófilo de montaña, de pino y de pino-encino en partes altas, selva alta perennifolia y mediana subperennifolia en lomeríos y zonas de acahual en pastizales abandonados y pastizal cultivado. Ictiofauna característica: *Astyanax fasciatus, Awaous tajasica, Belonesox belizanus, Cathorops aguadulce, Centropomus undecimalis, Cichlasoma bulleri, C. ellioti, C. guttulatum, C. robertsoni, C. salvini, C. urophthalmus, Diapterus mexicanus, Eleotris pisonis, Gambusia rachowi, Gobionellus boleosoma, Guavina guavina, Hyphessobrycon compressus, Hyporhamphus mexicanus, Ictiobus bubalus, I. meridionalis, Poecilia sphenops, Poeciliopsis fasciata, Priapella* intermedia, *Profundulus punctatus, Rivulus tenuis, Sicydium gymnogaster, Strongylura hubbsi. Endemismo de los peces Atherinella sallei, A. schultzi, Cichlasoma callolepis, C. regani, Heterandria sp. y Rivulus robustus*, todas amenzadas junto con *Xiphophorus clemenciae* y Priapella intermedia por contaminación térmica y sólidos en suspensión; de reptiles las tortugas de agua dulce de la cuenca media amenazadas por contaminación; de aves Campylopterus excellens y Hylorchilus navai, ambas incluidas en alguna categoría de riesgo.
Aspectos económicos: pesquerías de acamaya y del robalo Centropomus undecimalis. Actividad agrícola, ganadera, petrolera (petróleo, gas y azufre en la cuenca baja), de transporte e industrial.
Problemática:
- Modificación del entorno: bien conservadas las zonas de difícil acceso, otras partes son desmontadas para cultivo. Relleno de áreas inundables (cuenca media), desforestación (cuenca alta), modificación de la vegetación natural y azolvamiento de ríos.
- Contaminación: por agroquímicos y aguas residuales.
- Uso de recursos: sembradíos de marihuana. Agua para abastecimiento. Especies introducidas de tilapia (invasión en todos los cuerpos de agua). Uso del suelo para ganadería (cuenca media).

Conservación: se requiere conservar las zonas de selva alta y mediana; controlar los procesos de azolvamiento en ríos. Se desconocen especies acuáticas.
Grupos e instituciones: Universidad Veracruzana; Instituto de Ecología, A.C. – Xalapa; Pronatura – Veracruz; Facultad de Ciencias e Instituto de Biología, UNAM.

Vinculación

Con respecto a la ubicación del proyecto sobre las áreas de importancia para la conservación emitidas por la CONABIO, tenemos que el proyecto se localiza sobre el RHP "Cuenca media y alta del Río Coatzacoalcos", por lo que, una vez conocidas sus características generales a través de la presentación de la ficha informativa publicada por CONABIO es importante realizar la vinculación pertinente con dicha zonificación.

A manera de análisis y con base en la información presentada anteriormente, se establece que la regionalización establecida por la CONABIO correspondiente a las, Regiones Terrestres Prioritarias, es una herramienta y apoyo a las actividades de conservación, sin embargo, dichas zonificaciones carecen del desarrollo y aplicación de instrumentos regulatorios como planes de manejo, políticas de conservación, criterios y lineamientos específicos para cada regionalización propuesta; por lo que 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 RHP en cuestión, carece de políticas de conservación y criterios de regulación, sin embargo, a su vez todas estas zonificaciones nos brindan un panorama general tanto de la importancia ecológica como de 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 presentan cada una de las zonificaciones, para en la medida de lo posible 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 vocación agrícola del territorio, lo que influirá en la reducción de 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 en la actualidad el sitio carece de una estructura para cruzar el cauce.

Por lo anterior y 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 RHP. Entre las medidas principales se encuentran:

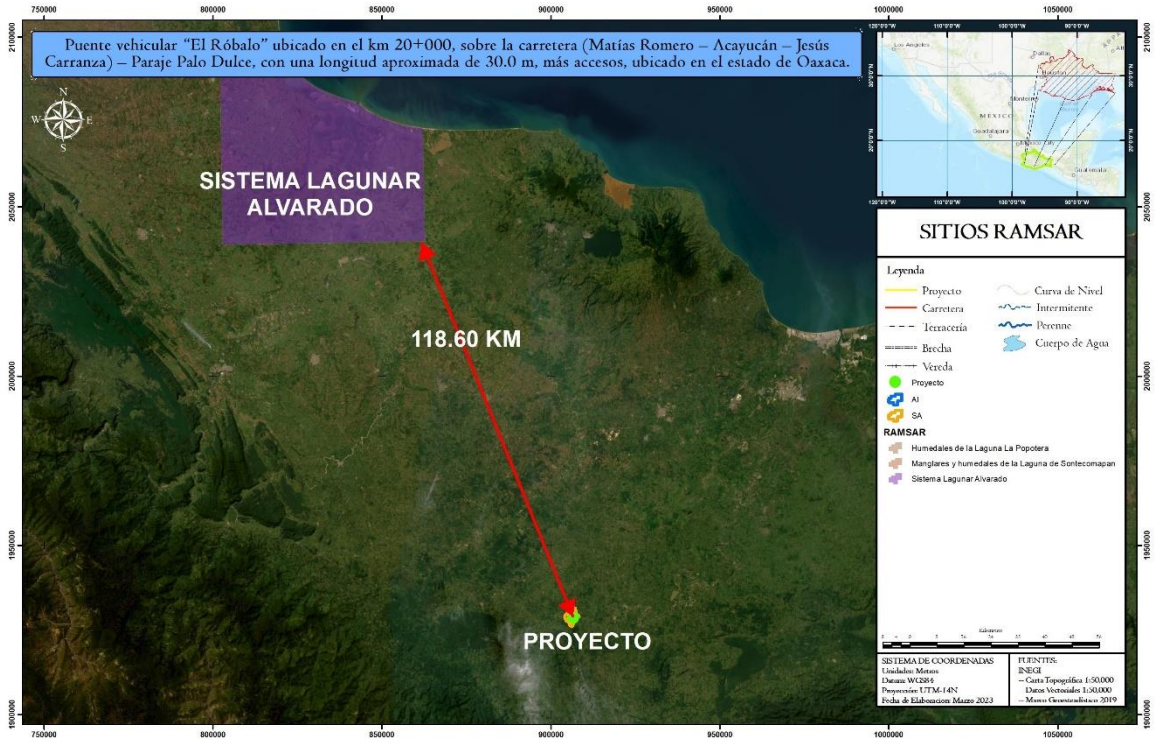
- Ejecutar previo al inicio de obras un programa de rescate y reubicación de flora, aún y cuando no se afectarán zonas forestales, el rescate se hará con afán de propagar especies nativas de la región.
- Revegetación o en su caso reforestación con vegetación nativa.
- Desmonte y despalme de forma dirigida, sin utilizar sustancias químicas.
- Prohibición de la quema de restos y estratos vegetales.
- 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.
- Trabajar únicamente en zonas delimitadas
- Evitar la caída de materiales a cuerpos de agua, mediante un distanciamiento o una barrera de protección en el área de trabajo.
- 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 la RHP, aunado a esto, el total de las medidas propuestas se listan y describen el subsecuentemente en el presente documento

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.

Localización	Vinculación
Imagen III. 14 Localización del proyecto con respecto a sitios RAMSAR  Fuente: Elaboración propia con datos INEGI	Como resultado del análisis bibliográfico y espacial realizado, es obtuvo que el proyecto NO se localiza dentro de ninguna zona delimitada como sitio RAMSAR, la zona más cercana al proyecto clasificada como tal es la denominada "Sistema Lagunar Alvarado" y se ubica a 118.60 Km de distancia en línea recta.

III.3. VINCULACIÓN CON LEYES, REGLAMENTOS O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO.

III.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

Tabla III. 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 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.* *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 base en el ARTÍCULO 28 fracción I citado anteriormente y debido a que el proyecto refiere a la construcción de un puente y pertenece al sector de vías generales de comunicación, en donde se requerirá la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), el proyecto del puente se somete al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental mediante la presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la cual se integra conforme a la guía emitida por SEMARNAT
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*	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 VI del presente documento. De igual manera la promovente se compromete a dar cumplimiento de las condicionantes que la autoridad dictamine para el proyecto. Por

III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;	consiguiente, el proyecto no contraviene el presente artículo.
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 se generarán 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, de igual manera subsecuentemente se presenta la vinculación con las NOM aplicables en este rubro.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

III.3.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

A continuación, se presenta la vinculación con los artículos aplicables del REIA de la LGEEPA.

Tabla III. 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.*	Derivado de que el proyecto se refiere a la construcción de un puente y sus accesos dentro de un camino rural se considera una obra del sector de vías generales de comunicación por lo que requiere la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental y se somete a al procedimiento para su evaluación mediante la presentación de una MIA P. Es importante resaltar que la necesidad de ejecutar esta obra es alta, debido a que actualmente la zona carece de infraestructura vial eficiente y segura para librar la corriente del río, pues se utiliza un puente colgante para poder cruzar, dicho puente colgante solo soporta el tránsito de vehículos automotores pequeños y ligeros y es de un solo carril de ancho, lo que ha propiciado un alto rezago en el acceso a servicios y productos que mejoren la calidad de vida de los habitantes de las poblaciones cercanas, además de se pone en riesgo la seguridad de los usuarios ya que existen condiciones para que ocurran accidentes, 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. Por otra parte, se considera que los impactos mayormente significativos y de mayor extensión se presentaron con el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola, así como con la implantación de una subestructura que quedó inconclusa, por lo que los impactos que generará la construcción del puente se prevé que sean baja escala y significancia ya que solo afectarán zonas puntuales y no se aumentará la fragmentación de los ecosistemas circundantes.
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…*	
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,*	Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular debido a que el proyecto no cumple con los supuestos establecidos en el artículo 11. Respecto al artículo 12 el documento que integra la presente MIA P se encuentra estructurado y contiene la información relevante de acuerdo con lo establecido en este artículo.

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.

Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
II. Descripción del proyecto;
III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

III.3.3. 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 III. 13 Vinculación con los artículos aplicables de la LFVS

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 se describirán 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 acciones de protección y en su caso el rescate y reubicación de fauna silvestre presente en la zona del proyecto, dichas acciones se ejecutarán a lo largo de las diversas etapas del proyecto y se harán siempre respetando lo establecido por este precepto y demás de la legislación aplicable, evitando la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor sobre los organismos faunísticos. En caso de que durante las actividades de preparación y construcción se identifique la presencia de cualquier tipo de fauna, se utilizarán medidas para ahuyentarla y prevenir cualquier impacto negativo hacia este recurso. En adición al o anterior, 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.
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. *Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan a tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.*	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.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

III.3.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.

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 III. 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…*	Parte del proyecto se desarrollará sobre el derecho de vía de camino existente y el resto sobre terrenos clasificados con aptitud forestal y refiere a construcción de un puente y sus accesos, por lo anterior, se requerirá la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), ya que debido a la rectificación del camino se afectará vegetación con esta vocación.
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.*	Parte del proyecto se desarrollará sobre el derecho de vía de camino existente y el resto sobre terrenos clasificados con aptitud forestal y refiere a construcción de un puente y sus accesos, por lo anterior, se requerirá la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), ya que debido a la rectificación del camino se afectará vegetación con esta vocación.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

III.3.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.

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

Artículo	Vinculación
Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría. *Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo.*	El proyecto afectará superficies forestales, ya que la construcción del puente se dará parcialmente sobre la ruta del camino existente y las demás superficies por afectar son terrenos dedicados a las actividades forestales, por lo que se solicitará la autorización conforme a la normatividad aplicable

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

III.3.6. LEY GENERAL PARA LA PRESERVACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO.

Tabla 4 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. La recolección de estos residuos se llevará a cabo 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*	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 se generarán durante el desarrollo del proyecto.

III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores; *IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;* *Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán manejarse 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.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

III.3.7 LEY DE AGUAS NACIONALES.

Esta ley es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social, 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 III. 16 Vinculación con los artículos aplicables de la LAN

Artículo	Vinculación
Artículo 7. Se declara de utilidad pública: *I.- 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. Es de interés público la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger la calidad del agua, en los términos de ley.* Así mismo la LAN define lo siguiente: *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*	No se pretende realizar aprovechamiento de recursos hídricos de la zona, en caso, que se requiera utilizar el recurso hídrico, se realizará la solicitud correspondiente, Para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 118; se deberán realizar los trámites correspondientes ante la delegación de la CNA correspondiente. Conforme a la definición, el proyecto ocupará una superficie perteneciente o definida como zona federal del Río en el estado de Oaxaca, considerando la franja de diez metros a cada margen del cuerpo de agua que se establece en la definición citada, la superficie total de ocupación del proyecto en la mencionada zona federal del río será de 206.75 m2, como se menciona en el capítulo II.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

III.3.8 LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL.

Esta 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.

Tabla III. 17 Vinculación con los artículos aplicables de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal

Artículo	Vinculación
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.	El presente proyecto corresponde a la construcción de un puente y sus accesos y se relaciona de manera directa con la presente Ley, por lo que estará regulado por esta durante todas sus etapas.
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 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 construcción de un puente vehicular y sus accesos y la promovente es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se da cumplimiento con este artículo.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

III.3.9 LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN.

Esta ley específica 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 Comunicaciones y Transportes.

Tabla III. 18 Vinculación con los artículos aplicables de la Ley de Vías Generales de Comunicación

Artículo	Vinculación
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 presente proyecto promueve la construcción de un puente vehicular más sus accesos, 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 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.	

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

III.3.11 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.

Tabla III. 19 Vinculación con las NOM aplicables

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
NOM-001-SEMARNAT-2021. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Para el caso del proyecto de la construcción del puente y sus accesos, la concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en los parámetros establecidos para ríos específicamente en el apartado de protección a la vida acuática que establece la NORMA.	No se verterá ningún tipo de agua de desechos derivada de la operación del proyecto. Se instalarán sanitarios móviles, los cuales habrá uno 1 por cada 20 trabajadores. Se contratará a una empresa especializada y autorizada para el manejo, tratamiento y disposición adecuada de las aguas residuales. generadas por el uso de sanitarios portátiles.
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.	Debido a la circulación de vehículos automotores que usan gasolina dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto, se deberá contemplar el cumplimiento de los numerales aplicables de esta NOM aun y cuando la verificación no es obligatoria en el estado de Oaxaca.	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.
NORMA Oficial Mexicana 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.	Debido a la circulación de vehículos automotores que usan diésel dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto, se deberá contemplar el cumplimiento de los numerales aplicables de esta NOM aun y cuando la verificación no es obligatoria en el estado de Oaxaca.	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
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores,	Existirá generación de ruido proveniente de los vehículos automotores, que se utilizaran durante las diversas etapas del proyecto	En las zonas adyacente a centros de población deberá procurarse utilizar dispositivos silenciadores para disminuir en medida de lo posible los niveles de ruido. Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción sobre todo cuando se trabaje cerca de las poblaciones

motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.		para que no se exceda los límites máximos permisibles que establece la norma respectiva. El monitoreo de ruido deberá contemplarse y ejecutarse conforme al plan 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-086-SEMARNAT-1994. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.	Vehículos automotores que usan combustóleo, gasóleo industrial, diésel sin, desulfurado e industrial, gas natural, gas licuado de petróleo, gasolinas con y sin plomo.	Se deberá inspeccionar con el proveedor el volumen, distribución y contenido de compuestos aromáticos, naftaleno, azufre, entre otros. En su defecto adquirir los combustibles en sitios autorizados (Estaciones de servicio).
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.	Si bien durante la caracterización del sitio no se identificaron especies de flora o fauna listadas en NOM 059 SEMARNAT 2010, durante el desmonte y despalme tras actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción, debe de considerarse la protección a especies de flora y fauna, aun y cuando NO estén catalogadas dentro de alguna de las categorías de riesgo de la mencionada NOM	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 a durante dichas actividades se encuentre personal especializado en flora y fauna para identificar si alguna de las especies vegetales o animales por rescatar se encuentra listada en la NOM 059. Invariablemente deberán ejecutarse acciones de protección y rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y un Plan de Monitoreo Ambiental, que permitan prevenir y/o minimizar cualquier afectación a la vida silvestre. En caso de identificar alguna especie listada en la NOM no identificada previamente, se reportará ante las autoridades competentes y se ejecutarán acciones para su rescate y reubicación.
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.	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	La maquinaria pesada (excavadoras, aplanadoras, etc.) que se va a utilizar durante las etapas de preparación y operación, podría	La empresa constructora deberá contar con un programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos

suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	presentar pequeños derrames de combustible, en especial cuando se encuentran estacionada, así que será probable que se produzca contaminación del suelo.	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.

Fuente: Elaboración propia con datos del DOF

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Puente vehicular “El Róbalo” ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPÍTULO IV

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 5

IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL 5

IV.1.1 DELIMITACIÓN PRELIMINAR. 5
IV.1.2 DELIMITACIÓN DEFINITIVA. 8

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 18

IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA. 18
IV.2.2.1 MEDIO ABIÓTICO. 18
IV.2.2.1.1. CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS 18
IV.2.2.1.2. GEOMORFOLOGÍA 34
IV.2.2.1.3 GEOLOGÍA 44
IV.2.2.1.4. SUELOS 54
IV.2.2.1.5. AGUA 62
IV.2.2.1.6. AIRE 71
IV.2.2.2 MEDIO BIÓTICO 75
IV.2.2.2.1 VEGETACIÓN 75
IV.2.2.2.2. FAUNA 99

IV.4 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO 111

IV.5. PAISAJE. 116

IV.6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. 124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1. Características del Municipio de Matías Romero Avendaño, Oaxaca 7
Tabla IV. 2 Coordenadas del Sistema Ambiental 10
Tabla IV. 3. Coordenadas del Área de influencia 12
Tabla IV. 4 Tipos de Climas presentes en el SA. 20
Tabla IV. 5. Tipos de Climas presentes en el Área de Influencia. 20
Tabla IV. 6. Normales Climatológicas de la estación Zihualtepec 25
Tabla IV. 7 Subprovincias fisiográficas del municipio de Matías Romero Avendaño 35
Tabla IV. 8 Subprovincias fisiográficas del municipio de San Juan Cotzocón 35
Tabla IV. 9 Subprovincias fisiográficas del Sistema Ambiental y Área de Influencia 36
Tabla IV. 10. Topoformas del Sistema Ambiental y Área de Influencia 43
Tabla IV. 11 Geología presente en el municipio de Matías Romero Avendaño 45
Tabla IV. 12 Geología presente en el municipio de San Juan Cotzocón 46
Tabla IV. 13. Geología del Sistema Ambiental 46
Tabla IV. 14. Geología del Área de Influencia. 46
Tabla IV. 15. Fallas y/o fracturas del área de estudio. 51
Tabla IV. 16. Regionalización sísmica según su aceleración de roca. 52
Tabla IV. 17. Edafología presente en el municipio de Matías Romero Avendaño, Oaxaca. 55
Tabla IV. 18. Edafología presente en el municipio de San Juan Cotzocón, Oaxaca. 55
Tabla IV. 19. Edafología presente en el Sistema Ambiental 56

Tabla IV. 20 Edafología presente en el Área de Influencias del proyecto 56
Tabla IV. 21. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB. 57
Tabla IV. 22 Regiones hidrológicas en el municipio de Matías Romero, Oaxaca 62
Tabla IV. 23 Regiones hidrológicas en el municipio de San Juan Cotzocón, Oaxaca 63
Tabla IV. 24 Regiones hidrológicas en el municipio de San Juan Cotzocón, Oaxaca 63
Tabla IV. 25. Intersecciones del trazo del proyecto con los cauces. 68
Tabla IV. 26. Índices morfométricos. 69
Tabla IV. 27. Normas de Calidad del Aire Vigentes. 73
Tabla IV. 28. Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) 73
Tabla IV. 29. Coordenadas de los sitios de muestreo. 77
Tabla IV. 30. Información general de los muestreos. 80
Tabla IV. 31. Usos de suelo y vegetación ocupados en el SA. 81
Tabla IV. 32. Usos de suelo y vegetación ocupados en el Área de influencia. 81
Tabla IV. 33. Superficie de afectación. 86
Tabla IV. 34. Riqueza y diversidad de especies de plantas en el Sistema Ambiental. 86
Tabla IV. 35. Riqueza y diversidad de especies de plantas en el Área de influencia. 87
Tabla IV. 36. Riqueza y diversidad de especies de plantas en el Área del Proyecto. 88
Tabla IV. 37. Comparativo de Riqueza y diversidad de especies de plantas en el SA, Área de Influencia y Área del Proyecto. 88
Tabla IV. 38. Listado de especies de flora que serán sujetos a remoción por el proyecto 90
Tabla IV. 39. Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 97
Tabla IV. 40. Listado general de especies encontrado dentro de los muestreos realizados dentro del SA. 97
Tabla IV. 41. Métodos de muestreo de fauna realizados en el SA. 100
Tabla IV. 42. Coordenadas de los sitios de muestreo. 103
Tabla IV. 43. Riqueza y diversidad de especies de fauna en el Sistema Ambiental. 106
Tabla IV. 44. Riqueza y diversidad de especies de fauna en el Área de influencia. 107
Tabla IV. 45. Riqueza y diversidad de especies de fauna en el Área del Proyecto. 108
Tabla IV. 46. Comparativo de Riqueza y diversidad de especies de fauna en el SA, Área de Influencia y Área del Proyecto. 108
Tabla IV. 47. Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 108
Tabla IV. 48. Listado general de especies encontrado dentro de los muestreos realizados dentro del SA. 109
Tabla IV. 49. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica. 117
Tabla IV. 50. Sensibilidad del Paisaje por algún tipo de alteración. 121
Tabla IV. 51. Valoración del paisaje del Proyecto. 121
Tabla IV. 52. Fragilidad visual del Sistema Ambiental del Proyecto. 122
Tabla IV. 53. Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica. 122
Tabla IV. 54. Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica. 123
Tabla IV. 55. Capacidad de Acogida Ecológica del Proyecto. 123
Tabla IV. 56 Ponderación del Aire. 124
Tabla IV. 57 Ponderación del Suelo. 127
Tabla IV. 58 Ponderación de la Hidrología. 129
Tabla IV. 59. Ponderación de la Geomorfología. 131
Tabla IV. 60 Ponderación de la Vegetación. 133
Tabla IV. 61 Ponderación de la Fauna. 135
Tabla IV. 62 Ponderación de la Presencia Antrópica. 137
Tabla IV. 63. Tabla de ponderación de la calidad ambiental. 139
Tabla IV. 64. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental. 139

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen IV. 1. Esquema para delimitación del SA. 6
Imagen IV. 2 Detalle Topografía e Hidrología 8
Imagen IV. 3 Polígonos de vegetación que no se consideran en el SA 9
Imagen IV. 4 Vista satelital del Sistema Ambiental 14
Imagen IV. 5 Vías de acceso del Sistema Ambiental 15
Imagen IV. 6 Plano satelital del Área de Influencia 16
Imagen IV. 7 Vías de acceso del Área de Influencia 17
Imagen IV. 8. Tipos de clima en el Estado de Oaxaca. 22
Imagen IV. 9. Estaciones Meteorológicas cercanas al trazo del proyecto. 28
Imagen IV. 10 Isotermas del Estado de Oaxaca. 29
Imagen IV. 11. Isotermas del SA del trazo del proyecto. 30
Imagen IV. 12. Isoyetas del Estado de Oaxaca. 31
Imagen IV. 13. Isoyetas del SA del trazo del proyecto. 32
Imagen IV. 14. Climas del Sistema Ambiental del trazo del proyecto. 33
Imagen IV. 15. Provincias Fisiográficas del Proyecto. 37
Imagen IV. 16. Subprovincias Fisiográficas del Proyecto. 38
Imagen IV. 17. En las fotografías se puede observar la complejidad de topoformas presentes en el Sistema Ambiental 39
Imagen IV. 18. Topoformas presentes en el área del Proyecto. 40
Imagen IV. 19. Topografía presente en el área del proyecto. 41
Imagen IV. 20. Modelo Digital de Elevaciones del área del proyecto. 42
Imagen IV. 21. Fotografías de los cortes presentes en el trazo del proyecto y en el SA 48
Imagen IV. 22. Geología del Estado de Oaxaca. 49
Imagen IV. 23. Geología presente en el área del proyecto. 50
Imagen IV. 24. Atlas Nacional de Riesgos. 53
Imagen IV. 25. Suelos presentes en el trazo del proyecto 59
Imagen IV. 26. Edafología del Estado de Oaxaca. 60
Imagen IV. 27. Edafología del Sistema Ambiental 61
Imagen IV. 28. Fotografías de la corriente en el sitio del proyecto. 65
Imagen IV. 29. Cuencas Hidrológicas del Proyecto. 66
Imagen IV. 30. Subcuencas Hidrológicas del Proyecto. 67
Imagen IV. 31. Cuenca para el Río El Róbalo. 68
Imagen IV. 32. Modelación de lluvia. 69
Imagen IV. 33. Perfil de Elevaciones del Cauce. 70
Imagen IV. 34. Muestreo realizado para el proyecto. 76
Imagen IV. 35. Utilización del dron en prospección de campo. 77
Imagen IV. 36. Sitios de Muestreo en el SA. 78
Imagen IV. 37. Sitios de Muestreo en el Área de Influencia y Área del Proyecto. 79
Imagen IV. 38. Uso de Suelo y Vegetación presente el Sistema Ambiental. 82
Imagen IV. 39. Fotografías de Pastizal Cultivado. 83
Imagen IV. 40. Fotografías de Agricultura de Humedad Anual y Permanente. 84
Imagen IV. 41 Especies sujetas a remoción. 89
Imagen IV. 42. Derribo arbóreo por el proyecto. 91
Imagen IV. 43 Condiciones ambientales "Florísticas" en las que se encuentra la zona del proyecto. 92
Imagen IV. 44. Muestreo de fauna realizado para el proyecto. 102
Imagen IV. 45. Utilización del Dron en prospección de campo. 103
Imagen IV. 46. Sitios de Muestreo en el SA 104
Imagen IV. 47. Sitios de Muestreo en el AI y Área del Proyecto. 104
Imagen IV. 48. Representación de las especies listadas en alguna categoría dentro de la Legislación Mexicana vigente NOM-059-SEMARNAT-2010. 109
Imagen IV. 49. Pirámide poblacional total de Matías Romero Avendaño 2020 111

Imagen IV. 50. Pirámide poblacional total de San Juan Cotzocón 2020 111
Imagen IV. 51. Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en Matías Romero Avendaño 112
Imagen IV. 52. Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en San Juan Cotzocón 2020..... 112
Imagen IV. 53. Evolución de la población económicamente activa en Oaxaca 113
Imagen IV. 54. Distribución de viviendas particulares habitadas según número de cuartos en 2010 y 2020 en Matías Romero Avendaño 113
Imagen IV. 55. Distribución de viviendas particulares habitadas según número de cuartos en 2010 y 2020 en San Juan Cotzocón 2020 114
Imagen IV. 56. Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más en Matías Romero Avendaño (Distribución de la población total) 114
Imagen IV. 57. Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más en San Juan Cotzocón 2020 115
Imagen IV. 58. Distribución de personas afiliadas a servicios de salud por sexo en Matías Romero Avendaño(2020) 115
Imagen IV. 59. Distribución de personas afiliadas a servicios de salud por sexo en San Juan Cotzocón (2020) 116
Imagen IV. 60. Agricultura de humedad anual y permanente..... 118
Imagen IV. 61. Pastizal cultivado 119
Imagen IV. 62. Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Alta Perennifolia 120
Imagen IV. 63 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Aire) 126
Imagen IV. 64. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Suelo) 128
Imagen IV. 65 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Hidrología) 130
Imagen IV. 66 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Geomorfología) 132
Imagen IV. 67 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Vegetación) 134
Imagen IV. 68 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Fauna) 136
Imagen IV. 69 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Presencia Antrópica) 138
Imagen IV. 70. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto 141

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica IV. 1. Climograma de la estación meteorológica Zihualtepec.....24
Gráfica IV. 2. Distribución de las clases diamétricas de los individuos de plantas leñosas con DAP ≥ 1.0 cm, en el Sistema Ambiental. Clases de diámetros: 1.1 - 5 cm, 5.1 - 10 cm, 10.1 – 20 cm, 20.1 30 cm, 30.1 - 60 cm, ≥ 60.1 cm.....96
Gráfica IV. 3. Distribución de las clases de altura de los individuos de plantas en el Sistema Ambiental. Clases de altura: ≥1 m, 1.1 – 2.5 m, 2.6 - 5m, 5.1 - 10 m, 10.1 - 30 m, ≥ 8 m, ≥ 30.1. m. 96
Gráfica IV. 4. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental 140

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Para delimitar el área de estudio del proyecto: Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca. Se analizaron de forma integral los diferentes elementos bióticos y abióticos del sitio donde se establece el proyecto.

IV.1.1 DELIMITACIÓN PRELIMINAR.

FUNDAMENTO JURÍDICO.

Este apartado se desarrolla de acuerdo con lo dispuesto en la Fracción IV del Artículo 12 del Reglamento de evaluación de Impacto Ambiental (REIA) que dispone la obligación de incluir en la MIA- una "*Descripción del Sistema Ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;*". En este sentido y en cumplimiento de lo establecido, se presenta el SA 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, señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; que caracteriza a dicho SA. 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 del Sistema Ambiental (SA) 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 un sistema ambiental, éste 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 sistema ambiental 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 una carretera, ya sea nueva o modernizada, por ello la definición del Sistema Ambiental (SA) 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 el SA donde se encuentra inserto el proyecto que nos ocupa, en la siguiente imagen se muestra el modelo metodológico para la delimitación del SA.

Imagen IV. 1. Esquema para delimitación del SA.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

NIVELES CONSIDERADOS PARA DELIMITAR EL SA.

La figura anterior muestra las escalas utilizadas o tomadas en cuenta para delimitar el SA.

- 1er. Nivel Macro escala: 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: Geo sistemas (Unidades de relieve o geoformas), Tipos de suelo (cartografía INEGI), Geología (cartografía INEGI), Hidrología cartografía 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 el SA 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 geo sistemas. 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 el SA 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 el sistema ambiental 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 entender el Contexto del Sistema Ambiental, a continuación, se presentan las generalidades del municipio de Matías Romero Avendaño, en el cual se desarrolla el proyecto:

Tabla IV. 1. Características del Municipio de Matías Romero Avendaño, Oaxaca

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Localización	El municipio Matías Romero Avendaño se encuentra en la región de la Sierra Sur del estado de Oaxaca, Entre los paralelos 16°49' y 17°26' de latitud norte; los meridianos 94°42' y 95°19' de longitud oeste; altitud entre 0 y 500 m. La parte principal colinda al norte con el municipio de San Juan Cotzocón y el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; al este con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y el municipio de Santa María Chimalapa; al sur con los municipios de Santa María Chimalapa, El Barrio de la Soledad, Santa María Petapa y San Juan Guichicovi; al oeste con los municipios de San Juan Guichicovi, San Juan Mazatlán y San Juan Cotzocón. La fracción restante colinda al norte y oeste con el municipio de San Juan Mazatlán; al este con el municipio de San Juan Guichicovi; al sur con los municipios de San Juan Guichicovi y San Juan Mazatlán.
Extensión	El municipio de Matías Romero Avendaño tiene una superficie de aproximadamente 1,357.17 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altitud promedio entre 0 y 500 metros sobre el nivel del mar. Ocupa el 1.44% de la superficie del estado. Cuenta con 134 localidades y una población total de 38 019 habitantes
Orografía	Las zonas urbanas están creciendo sobre suelo del Cuaternario y rocas sedimentarias del Neógeno, en llanura aluvial con lomerío; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Luvisol, Regosol y Phaeozem; tienen clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por pastizal, bosque, sabana y selva.
Hidrografía	Corrientes de agua perennes: Quince Millas, Chichihua, El Corte, Doce Millas, Tortuguero, Sarabia, Coatzacoalcos, Tolosita, Grande, Jaltepec, Colorado, Chalchjapan, Malatengo, Verde, Jumeapa y Lacal. Corrientes intermitentes: Barbacoa, Ubero, Seco y Paquital.
Clima	Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (91.95%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo (6.44%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (1.61%)
Principales ecosistemas	Flora: La vegetación predominante es la selva alta perennifolia con diferentes grados de perturbación. Fauna: Coyote (*Canis latrans*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), Tigrillo (*Leopardus wiedii*), zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), conejos (Sylvilagus sp.), Ardillas (Sciurinae *sensu lato*), mapache boreal (*Procyon lotor*), armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), zorrillo (Caniformia *sensu lato*), tlacuaches (Didelphidae *sensu lato*), Águila cola roja (*Buteo jamaicensis*), pájaros carpinteros (*Melanerpes sp.*), cenzontle (*Mimus polyglottos*), urracas y cuervos (Corvidae *sensu lato*), paloma (Columbidae *sensu lato*), colibrís (Trochilidae *sensu lato*), búhos (Strigidae *sensu lato*), víboras de cascabel (*Crotalus sp.*), serpientes (Serpentes *sensu lato*) , lagartijas (Lacertilia *sensu lato*).
Recursos naturales	El municipio de Matías Romero Avendaño cuenta con importantes recursos forestales, ya que el 35.58%% de la superficie total del municipio se encuentra cubierto por bosques maduros o con algún grado de restauración.
Características y uso de suelo	Agrícola (uso potencial): Para la agricultura mecanizada continua (25.61%) Para la agricultura de tracción animal continua (25.93%) Para la agricultura manual continua (25.16%) No aptas para la agricultura (23.30%).

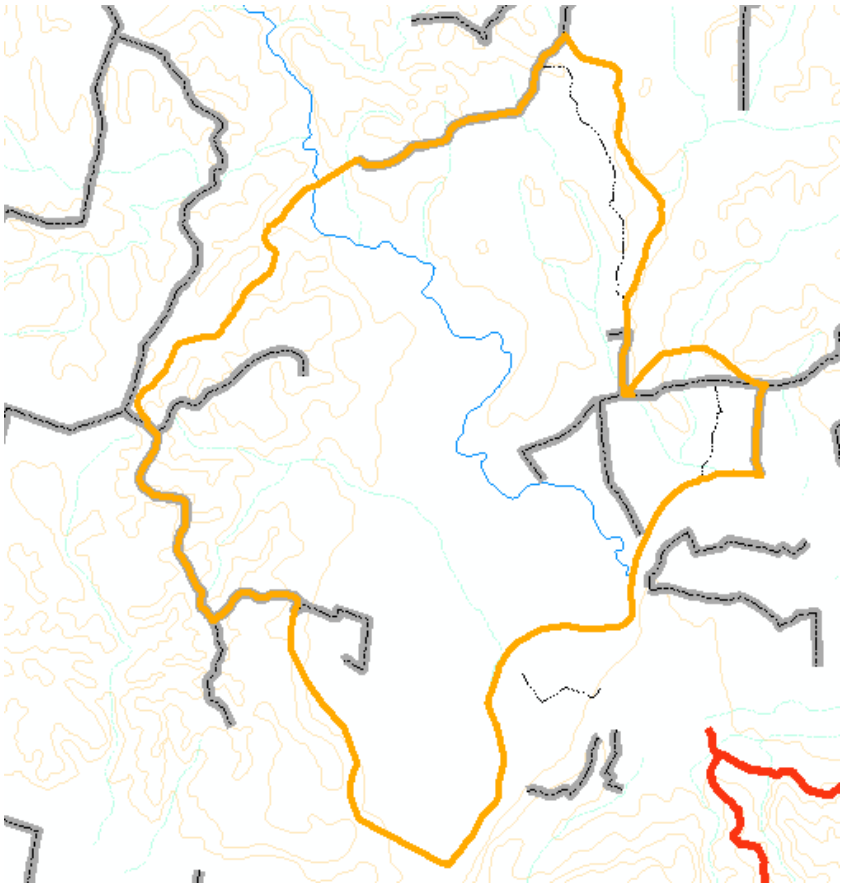
Fuente: INEGI.

IV.1.2 DELIMITACIÓN DEFINITIVA.

Para delimitar el Sistema Ambiental del proyecto: Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca, se emplearon los siguientes criterios

- Topografía
- Hidrología
- Uso de Suelo y Vegetación

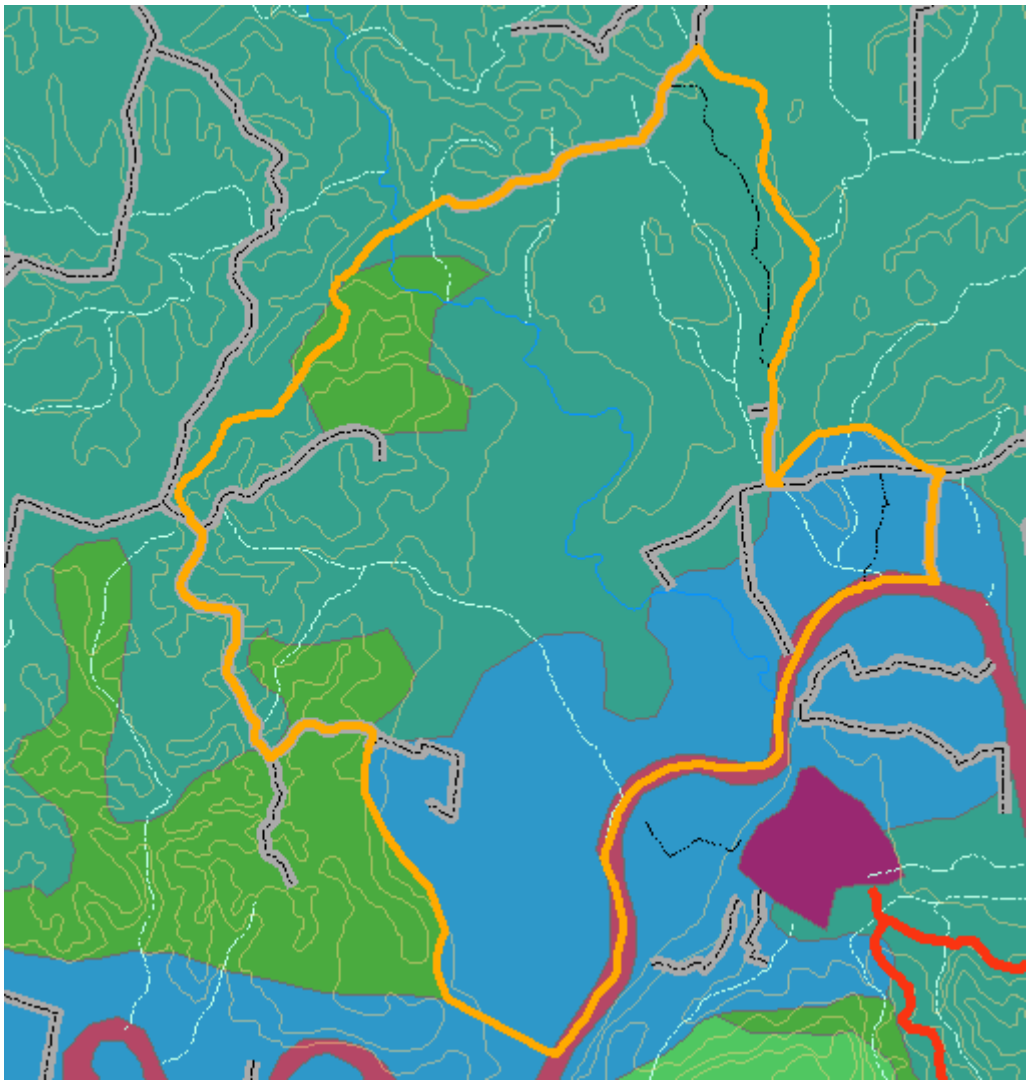
Imagen IV. 2 Detalle Topografía e Hidrología



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En la imagen se puede apreciar la complejidad de las topoformas en la zona de estudio, así como los escurrimientos tanto perennes como intermitentes, donde se delimito un primer polígono el cual permitirá delimitar el SA del proyecto, donde se consideran elementos como la topografía, escurrimientos y vialidades. Posteriormente se analiza la cobertura de uso de suelo y vegetación, la cual permitirá regionalizar el mismo y se descartaran los polígonos que estén más alejados y no tengan una afectación por la lejanía del trazo como se muestra en la siguiente imagen.

Imagen IV. 3 Polígonos de vegetación que no se consideran en el SA



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Como se muestra en la imagen anterior, el Sistema Ambiental 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 11.73 km^2, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de dicho polígono, las cuales están calculadas para la zona 14N con el datum WGS84.

Tabla IV. 2 Coordenadas del Sistema Ambiental

COORDENADAS SISTEMA AMBIENTAL				
FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	269364	1928847	-95° 10' 16.977"	17° 26' 1.430"
2	269227	1928712	-95° 10' 21.542"	17° 25' 56.981"
3	269169	1928582	-95° 10' 23.482"	17° 25' 52.726"
4	269124	1928441	-95° 10' 24.933"	17° 25' 48.115"
5	269045	1928337	-95° 10' 27.582"	17° 25' 44.705"
6	268857	1928311	-95° 10' 33.918"	17° 25' 43.810"
7	268712	1928284	-95° 10' 38.840"	17° 25' 42.878"
8	268603	1928222	-95° 10' 42.490"	17° 25' 40.816"
9	268557	1928139	-95° 10' 44.026"	17° 25' 38.089"
10	268360	1928114	-95° 10' 50.693"	17° 25' 37.199"
11	268242	1928018	-95° 10' 54.645"	17° 25' 34.058"
12	268045	1927979	-95° 11' 1.306"	17° 25' 32.694"
13	267979	1928020	-95° 11' 3.563"	17° 25' 34.003"
14	267853	1927937	-95° 11' 7.806"	17° 25' 31.276"
15	267706	1927841	-95° 11' 12.744"	17° 25' 28.102"
16	267571	1927757	-95° 11' 17.265"	17° 25' 25.297"
17	267458	1927618	-95° 11' 21.060"	17° 25' 20.734"
18	267359	1927511	-95° 11' 24.376"	17° 25' 17.247"
19	267434	1927391	-95° 11' 21.780"	17° 25' 13.365"
20	267400	1927277	-95° 11' 22.886"	17° 25' 9.634"
21	267230	1927131	-95° 11' 28.600"	17° 25' 4.844"
22	267148	1926989	-95° 11' 31.321"	17° 25' 0.188"
23	267031	1926835	-95° 11' 35.213"	17° 24' 55.145"
24	266783	1926785	-95° 11' 43.585"	17° 24' 53.424"
25	266688	1926601	-95° 11' 46.743"	17° 24' 47.388"
26	266512	1926418	-95° 11' 52.645"	17° 24' 41.391"
27	266573	1926275	-95° 11' 50.509"	17° 24' 36.749"
28	266562	1926253	-95° 11' 50.872"	17° 24' 36.032"
29	266631	1926193	-95° 11' 48.528"	17° 24' 34.103"
30	266626	1926092	-95° 11' 48.636"	17° 24' 30.820"
31	266565	1925988	-95° 11' 50.683"	17° 24' 27.428"
32	266521	1925872	-95° 11' 52.107"	17° 24' 23.634"
33	266622	1925775	-95° 11' 48.671"	17° 24' 20.493"
34	266801	1925750	-95° 11' 42.590"	17° 24' 19.760"
35	266834	1925685	-95° 11' 41.448"	17° 24' 17.666"
36	266827	1925600	-95° 11' 41.643"	17° 24' 14.891"
37	266802	1925522	-95° 11' 42.452"	17° 24' 12.343"
38	266771	1925422	-95° 11' 43.464"	17° 24' 9.081"
39	266819	1925336	-95° 11' 41.820"	17° 24' 6.303"
40	266873	1925216	-95° 11' 39.947"	17° 24' 2.433"
41	266933	1925140	-95° 11' 37.880"	17° 23' 59.982"
42	266933	1925034	-95° 11' 37.827"	17° 23' 56.539"
43	267018	1924928	-95° 11' 34.922"	17° 23' 53.111"
44	267044	1924962	-95° 11' 34.060"	17° 23' 54.217"
45	267116	1925020	-95° 11' 31.641"	17° 23' 56.159"
46	267217	1925118	-95° 11' 28.250"	17° 23' 59.379"
47	267333	1925081	-95° 11' 24.294"	17° 23' 58.218"
48	267462	1925108	-95° 11' 19.958"	17° 23' 59.126"
49	267577	1925078	-95° 11' 16.026"	17° 23' 58.201"

COORDENADAS SISTEMA AMBIENTAL				
FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
50	267549	1924945	-95° 11' 16.950"	17° 23' 53.858"
51	267537	1924809	-95° 11' 17.293"	17° 23' 49.447"
52	267537	1924733	-95° 11' 17.262"	17° 23' 46.983"
53	267618	1924572	-95° 11' 14.466"	17° 23' 41.761"
54	267662	1924487	-95° 11' 12.924"	17° 23' 39.029"
55	267734	1924385	-95° 11' 10.456"	17° 23' 35.724"
56	267820	1924293	-95° 11' 7.501"	17° 23' 32.756"
57	267894	1924214	-95° 11' 4.984"	17° 23' 30.227"
58	267933	1924105	-95° 11' 3.599"	17° 23' 26.695"
59	267979	1923979	-95° 11' 1.996"	17° 23' 22.605"
60	267945	1923894	-95° 11' 3.129"	17° 23' 19.820"
61	267925	1923784	-95° 11' 3.737"	17° 23' 16.240"
62	267956	1923697	-95° 11' 2.682"	17° 23' 13.442"
63	267987	1923605	-95° 11' 1.589"	17° 23' 10.462"
64	268166	1923510	-95° 10' 55.484"	17° 23' 7.444"
65	268308	1923435	-95° 10' 50.641"	17° 23' 5.051"
66	268451	1923359	-95° 10' 45.767"	17° 23' 2.642"
67	268550	1923307	-95° 10' 42.388"	17° 23' 0.972"
68	268590	1923299	-95° 10' 41.045"	17° 23' 0.725"
69	268627	1923352	-95° 10' 39.812"	17° 23' 2.463"
70	268730	1923475	-95° 10' 36.385"	17° 23' 6.514"
71	268809	1923617	-95° 10' 33.752"	17° 23' 11.151"
72	268916	1923755	-95° 10' 30.169"	17° 23' 15.678"
73	268933	1923891	-95° 10' 29.649"	17° 23' 20.098"
74	268958	1924025	-95° 10' 28.866"	17° 23' 24.469"
75	268920	1924190	-95° 10' 30.207"	17° 23' 29.826"
76	268865	1924342	-95° 10' 32.124"	17° 23' 34.742"
77	268865	1924437	-95° 10' 32.160"	17° 23' 37.822"
78	268919	1924606	-95° 10' 30.393"	17° 23' 43.355"
79	268983	1924720	-95° 10' 28.291"	17° 23' 47.089"
80	269124	1924834	-95° 10' 23.565"	17° 23' 50.823"
81	269291	1924892	-95° 10' 17.908"	17° 23' 52.778"
82	269490	1924877	-95° 10' 11.182"	17° 23' 52.386"
83	269697	1924888	-95° 10' 4.153"	17° 23' 52.819"
84	269809	1924961	-95° 10' 0.389"	17° 23' 55.206"
85	269822	1925057	-95° 9' 59.991"	17° 23' 58.356"
86	269821	1925220	-95° 10' 0.079"	17° 24' 3.633"
87	269876	1925423	-95° 9' 58.316"	17° 24' 10.276"
88	269990	1925650	-95° 9' 54.543"	17° 24' 17.707"
89	270169	1925832	-95° 9' 48.525"	17° 24' 23.677"
90	270378	1925909	-95° 9' 41.475"	17° 24' 26.249"
91	270586	1925916	-95° 9' 34.464"	17° 24' 26.561"
92	270681	1925902	-95° 9' 31.241"	17° 24' 26.155"
93	270644	1926009	-95° 9' 32.536"	17° 24' 29.593"
94	270650	1926218	-95° 9' 32.401"	17° 24' 36.410"
95	270673	1926418	-95° 9' 31.681"	17° 24' 42.931"
96	270711	1926508	-95° 9' 30.440"	17° 24' 45.845"
97	270646	1926516	-95° 9' 32.633"	17° 24' 46.104"
98	270481	1926634	-95° 9' 38.280"	17° 24' 49.868"
99	270297	1926766	-95° 9' 44.550"	17° 24' 54.099"

COORDENADAS SISTEMA AMBIENTAL				
FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
100	270157	1926743	-95° 9' 49.281"	17° 24' 53.291"
101	270024	1926721	-95° 9' 53.793"	17° 24' 52.519"
102	269902	1926599	-95° 9' 57.880"	17° 24' 48.506"
103	269801	1926475	-95° 10' 1.256"	17° 24' 44.451"
104	269820	1926447	-95° 10' 0.583"	17° 24' 43.551"
105	269764	1926441	-95° 10' 2.507"	17° 24' 43.319"
106	269755	1926589	-95° 10' 2.842"	17° 24' 48.136"
107	269770	1926750	-95° 10' 2.393"	17° 24' 53.381"
108	269786	1926918	-95° 10' 1.914"	17° 24' 58.846"
109	269794	1927100	-95° 10' 1.736"	17° 25' 4.763"
110	269894	1927333	-95° 9' 58.440"	17° 25' 12.371"
111	269973	1927540	-95° 9' 55.831"	17° 25' 19.136"
112	270011	1927686	-95° 9' 54.610"	17° 25' 23.916"
113	269952	1927823	-95° 9' 56.657"	17° 25' 28.333"
114	269869	1927908	-95° 9' 59.490"	17° 25' 31.078"
115	269789	1928050	-95° 10' 2.276"	17° 25' 35.645"
116	269726	1928151	-95° 10' 4.431"	17° 25' 38.918"
117	269740	1928299	-95° 10' 4.015"	17° 25' 43.745"
118	269755	1928372	-95° 10' 3.527"	17° 25' 46.129"
119	269715	1928501	-95° 10' 4.929"	17° 25' 50.287"
120	269734	1928603	-95° 10' 4.332"	17° 25' 53.608"
121	269633	1928658	-95° 10' 7.784"	17° 25' 55.365"
122	269518	1928688	-95° 10' 11.675"	17° 25' 56.316"
123	269432	1928765	-95° 10' 14.636"	17° 25' 58.768"

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Área de Influencia

Adicionalmente al Sistema ambiental, 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 2.03 Km^2, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de dicho polígono, las cuales están calculadas para la zona 15N con el datum WGS84.

Tabla IV. 3. Coordenadas del Área de influencia

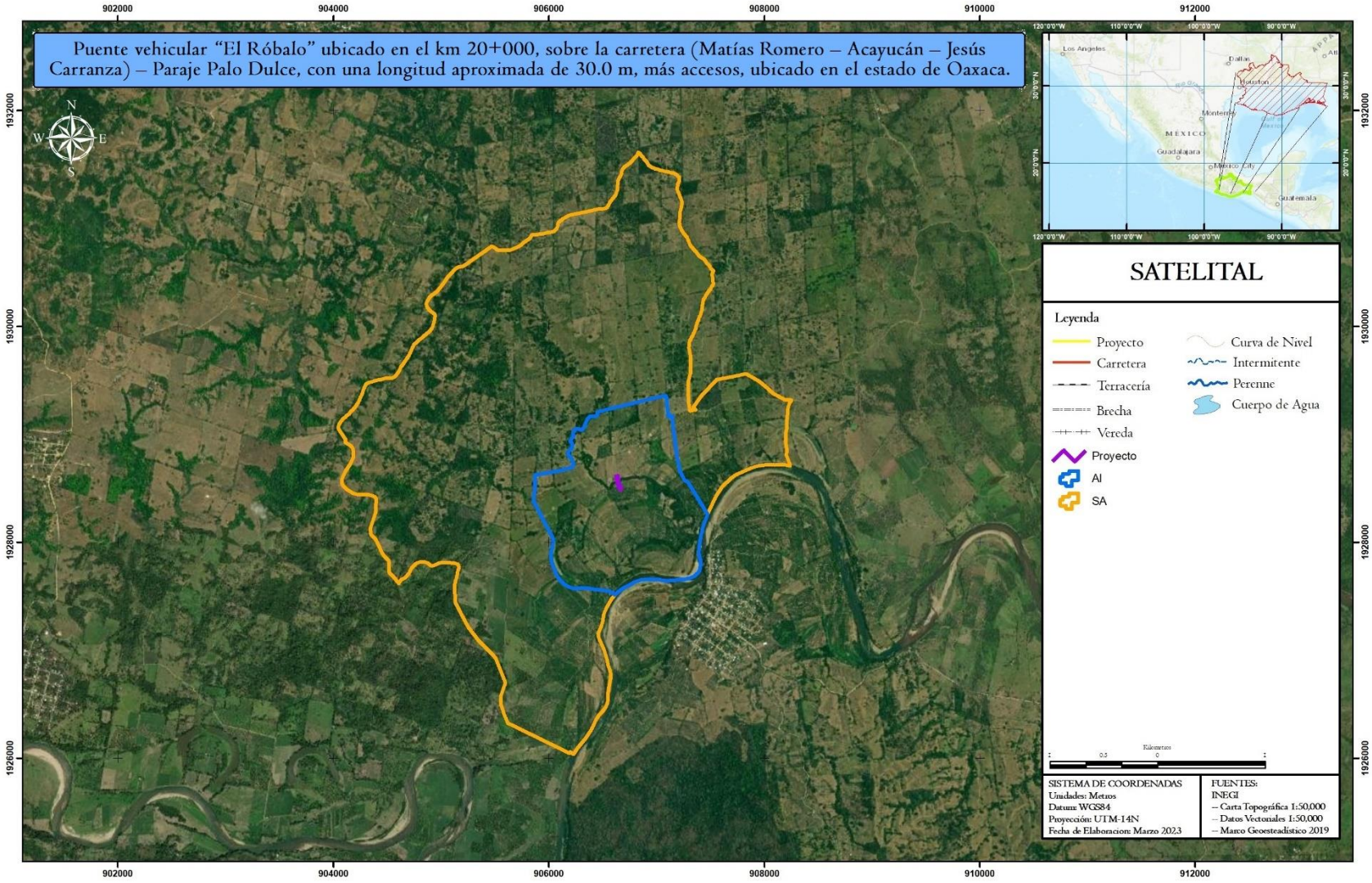
COORDENADAS ÁREA DE INFLUENCIA				
FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	269547	1926586	-95° 10' 9.887"	17° 24' 47.979"
2	269393	1926558	-95° 10' 15.111"	17° 24' 47.005"
3	269197	1926517	-95° 10' 21.742"	17° 24' 45.596"
4	269048	1926486	-95° 10' 26.745"	17° 24' 44.532"
5	268908	1926455	-95° 10' 31.478"	17° 24' 43.481"
6	268892	1926418	-95° 10' 32.023"	17° 24' 42.272"
7	268829	1926410	-95° 10' 34.161"	17° 24' 41.981"
8	268796	1926352	-95° 10' 35.255"	17° 24' 40.088"
9	268752	1926295	-95° 10' 36.712"	17° 24' 38.210"
10	268681	1926287	-95° 10' 39.106"	17° 24' 37.918"

COORDENADAS ÁREA DE INFLUENCIA				
FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
11	268681	1926247	-95° 10' 39.102"	17° 24' 36.613"
12	268651	1926202	-95° 10' 40.105"	17° 24' 35.145"
13	268671	1926153	-95° 10' 39.402"	17° 24' 33.551"
14	268626	1926080	-95° 10' 40.900"	17° 24' 31.177"
15	268656	1926021	-95° 10' 39.866"	17° 24' 29.249"
16	268668	1925964	-95° 10' 39.417"	17° 24' 27.427"
17	268616	1925941	-95° 10' 41.184"	17° 24' 26.649"
18	268471	1925915	-95° 10' 46.080"	17° 24' 25.740"
19	268312	1925890	-95° 10' 51.474"	17° 24' 24.866"
20	268311	1925786	-95° 10' 51.440"	17° 24' 21.497"
21	268288	1925653	-95° 10' 52.173"	17° 24' 17.154"
22	268353	1925523	-95° 10' 49.943"	17° 24' 12.954"
23	268403	1925420	-95° 10' 48.192"	17° 24' 9.615"
24	268463	1925293	-95° 10' 46.104"	17° 24' 5.528"
25	268438	1925172	-95° 10' 46.902"	17° 24' 1.562"
26	268447	1925061	-95° 10' 46.562"	17° 23' 57.970"
27	268493	1924944	-95° 10' 44.949"	17° 23' 54.176"
28	268632	1924832	-95° 10' 40.202"	17° 23' 50.576"
29	268781	1924826	-95° 10' 35.162"	17° 23' 50.450"
30	268944	1924801	-95° 10' 29.618"	17° 23' 49.689"
31	269019	1924760	-95° 10' 27.087"	17° 23' 48.393"
32	269124	1924834	-95° 10' 23.565"	17° 23' 50.823"
33	269291	1924892	-95° 10' 17.908"	17° 23' 52.778"
34	269490	1924877	-95° 10' 11.182"	17° 23' 52.386"
35	269697	1924888	-95° 10' 4.153"	17° 23' 52.819"
36	269809	1924961	-95° 10' 0.389"	17° 23' 55.206"
37	269822	1925057	-95° 9' 59.991"	17° 23' 58.356"
38	269821	1925220	-95° 10' 0.079"	17° 24' 3.633"
39	269876	1925423	-95° 9' 58.316"	17° 24' 10.276"
40	269900	1925476	-95° 9' 57.527"	17° 24' 11.992"
41	269802	1925651	-95° 10' 0.913"	17° 24' 17.647"
42	269723	1925787	-95° 10' 3.637"	17° 24' 22.056"
43	269654	1925886	-95° 10' 6.006"	17° 24' 25.257"
44	269631	1926039	-95° 10' 6.826"	17° 24' 30.196"
45	269613	1926219	-95° 10' 7.510"	17° 24' 36.053"
46	269597	1926381	-95° 10' 8.132"	17° 24' 41.310"
47	269606	1926402	-95° 10' 7.829"	17° 24' 42.004"
48	269563	1926393	-95° 10' 9.270"	17° 24' 41.682"
49	269558	1926513	-95° 10' 9.490"	17° 24' 45.594"

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

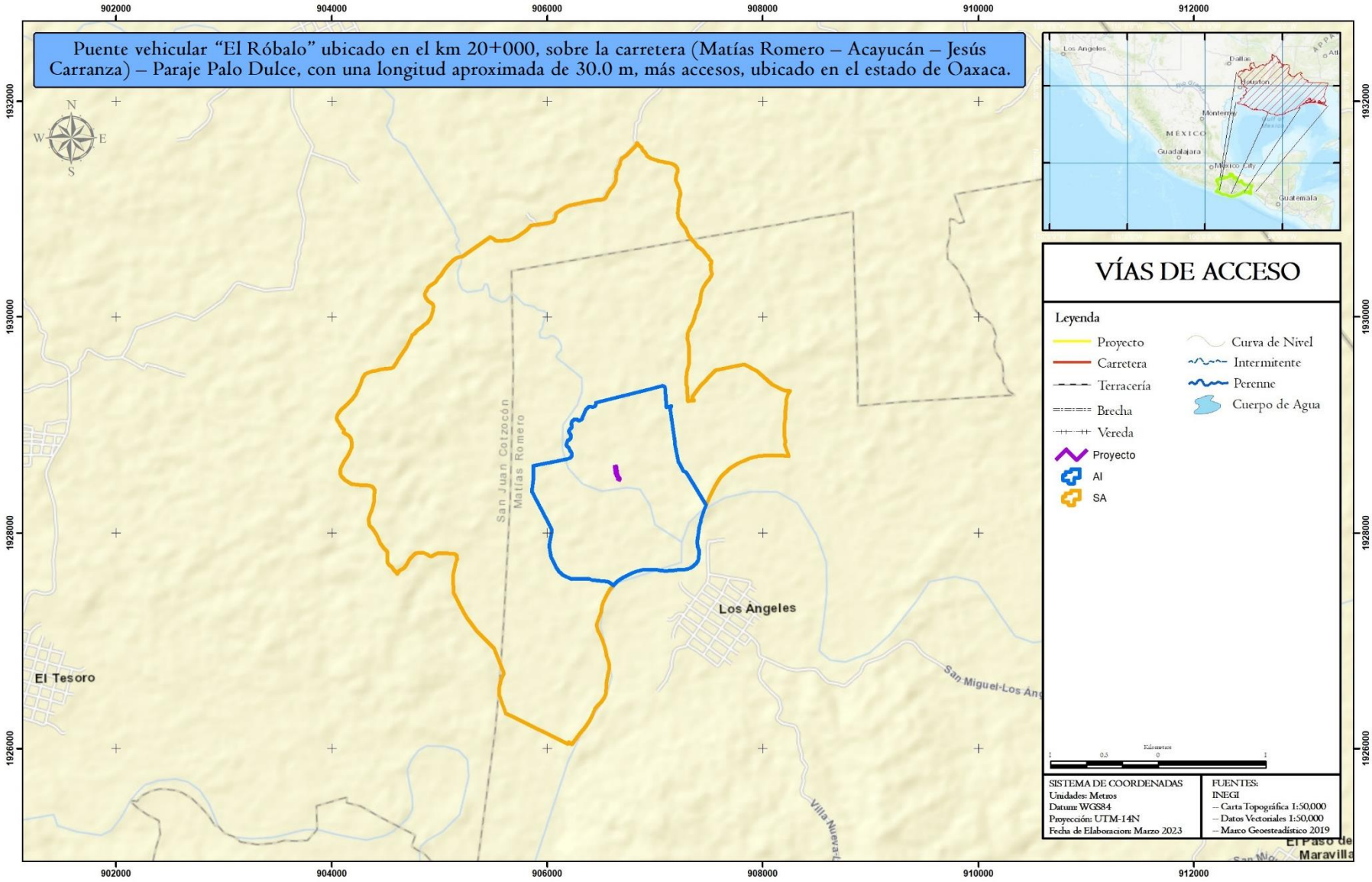
En las siguientes imágenes se muestra el plano satelital y de vías de acceso del SA y del AI.

Imagen IV. 4 Vista satelital del Sistema Ambiental



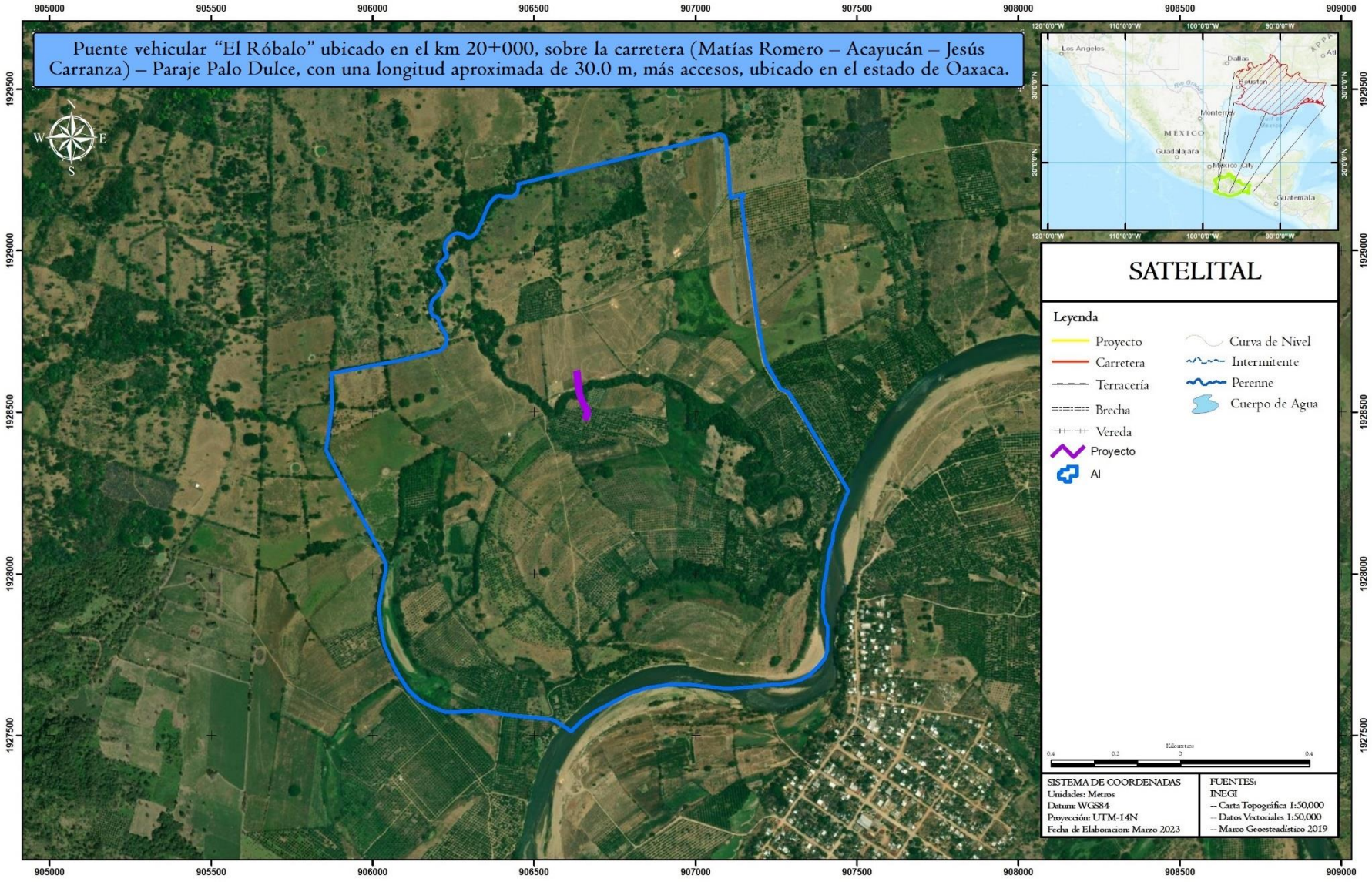
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 5 Vías de acceso del Sistema Ambiental



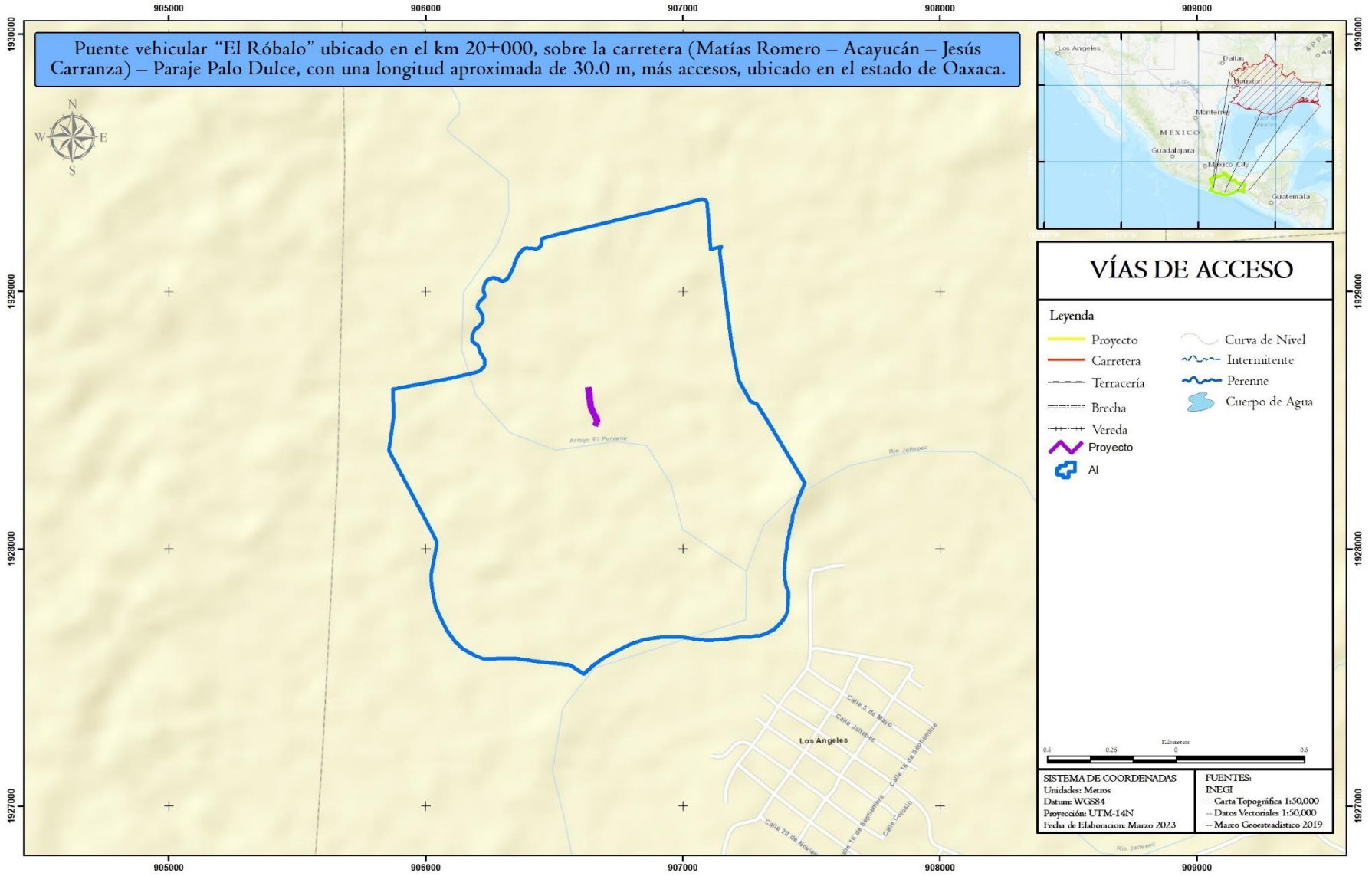
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 6 Plano satelital del Área de Influencia



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 7 Vías de acceso del Área de Influencia



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA.

IV.2.2.1 MEDIO ABIÓTICO.

IV.2.2.1.1. CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

Para el siguiente trabajo 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 atmosfera 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).

México presenta una gran variedad de climas; áridos en el norte del territorio, cálidos húmedos y subhúmedos en el sur, sureste y climas fríos o templados en las regiones geográficas elevadas. Útil para comprender la dinámica del clima a nivel global y regional, caracterizar regiones hidrológicas, delimitación de zonas de riesgo hidro-meteorológico y planeación agrícola, entre otras aplicaciones.

En el estado de Oaxaca predominan los climas cálidos, desde los húmedos con lluvias todo el año hasta los subhúmedos con lluvias en verano y de menor humedad, en conjunto abarcan cerca de 47% de la superficie de la entidad; los semicálidos se producen en un 22% y presentan los mismos regímenes de lluvia y grado de humedad que los primeros; los templados, con iguales características, ocurren en alrededor de 20% del territorio oaxaqueño; los semisecos comprenden un 9%, los secos poco menos de 2% y los semifríos algo más de 0.5%.

Esta variedad de climas y el predominio de unos sobre otros están relacionados con la interacción de los factores: latitud, altitud, relieve y distribución de tierras y mares, entre otros.

El territorio de Oaxaca se encuentra situado en la zona intertropical, en la porción más cercana a la faja ecuatorial, ahí. ¡as temperaturas en general son altas, ya que los rayos solares llegan a la superficie con un ángulo de inclinación menor al de las demás áreas del planeta e inciden de manera vertical dos veces al año. Esta condición de altas temperaturas se ve modificada por la altitud, de tal forma que, del nivel del mar a cerca de los 1 000 m, lo cual corresponde a poco menos de la mitad del suelo oaxaqueño, las temperaturas medias anuales van de 30.0° a 22.0 °C, dándoles el carácter de cálidas, tal como ocurre en el sur sobre toda la franja costera, en el

istmo de Tehuantepec. a lo largo del límite con Veracruz-Llave y en los valles de los ríos Verde y su afluente el Guanana, Mixteco, Grande, Quíechapa y Salado, entre otros; a mayor altura sobre el nivel del mar, entre los 1 000 y 2 000 m. en algo más de la cuarta parte de la entidad, se producen temperaturas medias anuales entre 22.0° y 18.0°C, así ocurre en los valles centrales de Oaxaca y en el noroeste, entre otros lugares; de los 2 000 a los 3 000 m aproximadamente, las temperaturas medias anuales son más bajas, entre 18.0° y 12.0 °C, corresponden a cerca de una quinta parte del territorio estatal, en las subprovincias Mixteca Alta, Sierras Centrales de Oaxaca, centro-norte y sur de las Sierras Orientales y el extremo sureste de la Cordillera Costera del Sur; por arriba de los 3 000 msnm, en las tierras más elevadas como las de los cerros Nube y Quiexobee, que apenas representan el 0.5%, se reportan temperaturas entre 12.0° y 8.0°C. A la disminución de la temperatura por la altitud, se suma el relieve montañoso que aumenta la superficie de radiación y por esto la pérdida de calor.

La cercanía del Océano Pacífico a la zona sur de Oaxaca modera en ella la temperatura, disminuyendo la variación diaria y anual, así la oscilación térmica media anual, es decir, la diferencia entre la temperatura media del mes más caliente del año y la del mes más frío, es baja (menor de 5.0°C). Por el noroeste, la influencia del Golfo de México, más distante del territorio oaxaqueño que la masa de agua antes mencionada, también se manifiesta originando una oscilación térmica media anual entre 5.0° y 7.0°C y aún mayor de 7.0°C en algunas zonas.

La cantidad de lluvia y su distribución a lo largo del año se relacionan, en mayor o menor grado, tanto con los factores mencionados como con la humedad de los vientos y masas de aire. Por latitud, el estado se encuentra en la zona de los vientos alisios, éstos viajan del noreste al suroeste y son húmedos debido a su paso por el Golfo de México, al llegar a Oaxaca inician su ascenso sobre las laderas orientales y norte de las sierras localizadas en el costado noreste, más o menos a partir de los 200 m de altitud y hasta los 1 000 m, donde se reportan precipitaciones totales al año por arriba de los 2 500 mm, alcanzando su valor más alto (5 002.0 mm en la estación meteorológica Tenango) en la Sierra Mazateca. que es una de las zonas más lluviosas del país. En esta sierra la precipitación se distribuye más o menos uniforme a le largo del año (representa alrededor de 6% de la superficie estatal), pues en el invierno recibe el aporte de agua de los nortes, masas de aire que también han recogido humedad a su paso por el Golfo de México, además de los ciclones tropicales a fines de verano y principios de otoño, y de los monzones en verano. El aumento de la precipitación en la sierra es favorecido por la orientación de la misma, la distancia respecto al golfo citado y el relieve plano de la Llanura Costera Veracruzana en el costado oriente, lo que propicia que los vientos y masas de aire en su recorrido, antes de llegar a ella, no hayan alcanzado su máxima precipitación, lo que si ocurre al sureste de la sierra, donde los vientos y masas de aire llegan después de haber descargado su humedad en la Sierra de los Tuxtlas, por lo que en esos terrenos el valor más alto de precipitación es de 3 000 mm, lluvia que es abundante en el verano, régimen reportado en cerca de 19% del estado. Hacia el oeste, en forma de franjas más o menos orientadas noroeste-sureste, la precipitación disminuye de manera gradual hasta llegar a integrar dos unidades separadas de mínima cantidad de lluvia, propiciadas en parte por la barrera orográfica representada por la subprovincia Sierras Orientales: una en el occidente de la Sierra Mazateca con un rango de 300 a 400 mm y la otra en el centro-sur del estado a lo largo de la corriente Quíechapa, donde el rango de precipitación va de 400 a 500 mm; lugares en los que la lluvia se concentra en el verano, este régimen de lluvias se produce en cerca de 75% de la entidad. A partir de ahí, en la misma dirección y con igual forma y orientación, inicia el incremento de la lluvia hasta llegar a 3 000 mm en las proximidades de Putla de Villa Guerrero y arriba de ese valor en Pluma Hidalgo; ambas zonas son las más húmedas del lado del Océano Pacífico en Oaxaca. Rumbo a la costa de dicho océano, decrece la precipitación a 1 000 mm en el suroeste y 700 mm en el sursureste, sitios con altitudes del nivel del mar a unos 400 m.

Como se ha descrito oportunamente con antelación el Sistema Ambiental se asienta en su mayoría sobre el municipio de Matías Romero Avendaño y en menor proporción sobre el municipio de San Juan Cotzocón, Oaxaca.

Según la clasificación climática de Köppen, el clima de Matías Romero Avendaño corresponde a la categoría Am, que se caracteriza por ser un clima tropical de sabana. Esta clasificación climática se basa en la temperatura y precipitación anual de la región.

En Matías Romero Avendaño, la temperatura promedio anual oscila entre los 24 y 26 grados Celsius, lo que indica un clima cálido. Además, la ciudad experimenta una temporada de lluvias que se extiende desde mayo hasta septiembre, durante la cual se registran precipitaciones significativas que en promedio superan los 1000 mm. La temporada seca se extiende desde octubre hasta abril, con precipitaciones menores.

Por tanto, el clima de Matías Romero Avendaño se caracteriza por ser cálido y húmedo, con una marcada diferencia entre la temporada de lluvias y la temporada seca. El porcentaje de presencia de climas en el municipio es predominantemente de clima Cálido húmedo (Am) con 94.79% de la superficie municipal, mientras que una pequeña parte al sur del municipio (5.21 %) corresponde a Cálido Subhúmedo o Aw2.

Así mismo el clima del municipio de San Juan Cotzocón de igual manera se caracteriza por ser cálido húmedo en su mayor parte (89.79%), siguiéndole el clima cálido subhúmedo en 5.73% del territorio y un semicálido húmedo del grupo C en 4.47% de la superficie municipal.

En lo que respecta al Sistema Ambiental del trazo del proyecto, se presenta solamente el tipo de clima Cálido húmedo Am. En un clima Am, la temperatura promedio mensual nunca baja de los 18°C, lo que indica que la región se caracteriza por tener un clima cálido todo el año. La amplitud térmica anual es baja y generalmente no supera los 5°C. Además, las precipitaciones son abundantes y se distribuyen de manera más o menos uniforme a lo largo del año, aunque hay una estación de lluvias más marcada que puede durar de cuatro a ocho meses.

En general, un clima Am se caracteriza por tener una estación de lluvias más húmeda y una estación seca más corta. Las precipitaciones durante la estación de lluvias pueden ser intensas y provocar inundaciones. El clima monzónico también se caracteriza por vientos estacionales que cambian de dirección con el cambio de estación. Este tipo de clima se asienta en altitudes que oscilan entre los 40 msnm hasta los 80 msnm en el lomerío típico de la Llanura Costera del Golfo Sur, sobre estas condiciones se desarrollaron los suelos acrisoles; factores abióticos que permitieron que la selva alta perennifolia prevaleciera, aunque actualmente presenta un importante cambio de uso de suelo hacia zonas agropecuarias, amén de que la vegetación existente de selva es secundaria, es decir se trata de vegetación establecida o regenerada en áreas previamente alteradas o perturbadas por actividades humanas o eventos naturales. Estas áreas pueden haber experimentado deforestación, incendios forestales, agricultura intensiva u otras formas de perturbación que hayan eliminado o modificado la vegetación original.

Todo esto se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla IV. 4 Tipos de Climas presentes en el SA.

Clima tipo	Descripción Temperatura	Descripción precipitación	Área (km^2)	Porcentaje (%)
Am	Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frio mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.	11.738	100%
TOTAL			11.738	100.00%

Fuente: INEGI 2010

Caso igual con el Área de Influencia del proyecto en el que el clima su semiseco semicálido cubre el total de su superficie. Estos datos se pueden confirmar en la siguiente tabla:

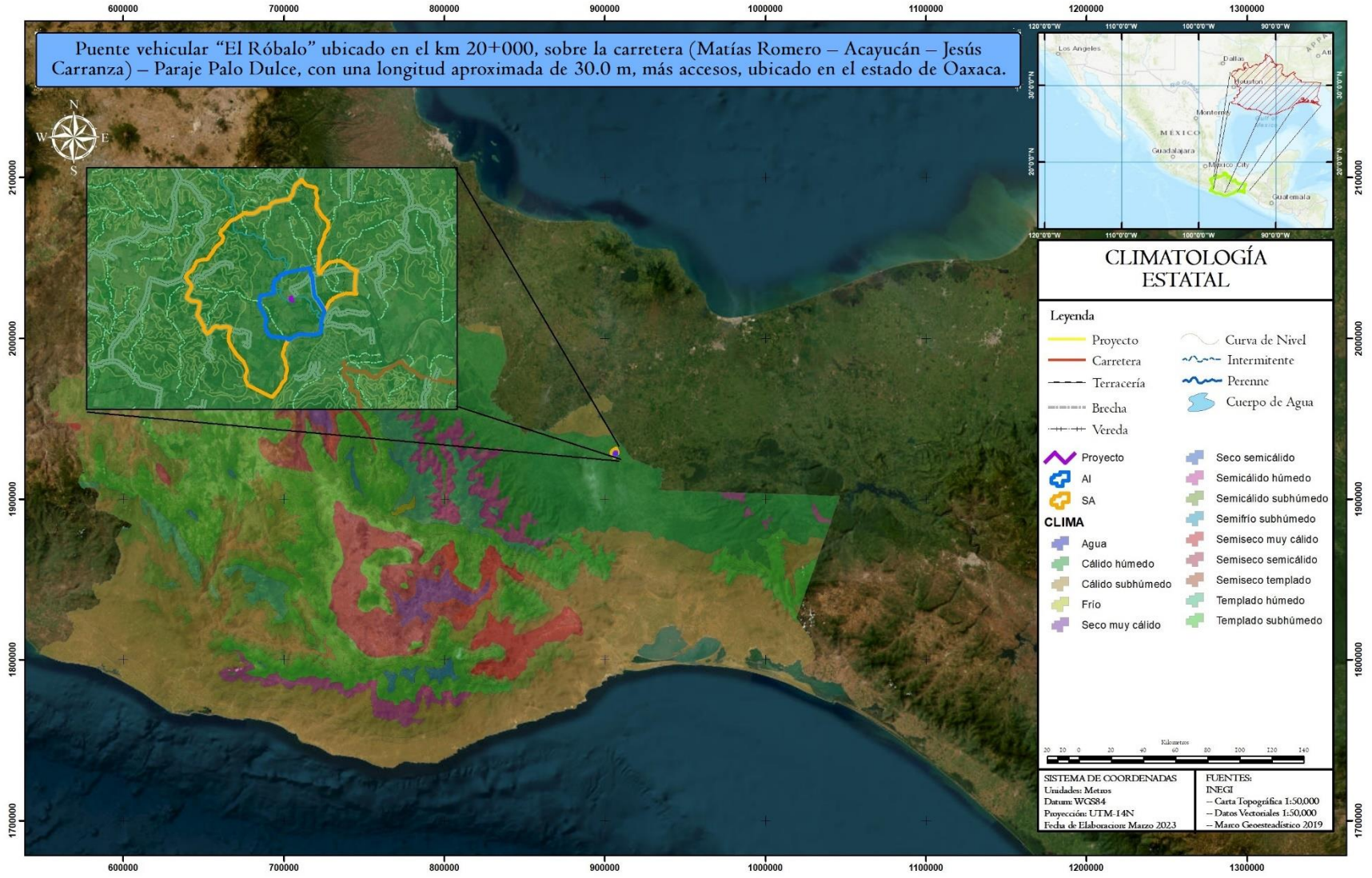
Tabla IV. 5. Tipos de Climas presentes en el Área de Influencia.

Clima tipo	Descripción Temperatura	Descripción precipitación	Área (has)	Porcentaje (%)
Am	Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frio mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.	154.24	100%
TOTAL			154.24	100.00%

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

En lo que se refiere al trazo del proyecto, éste se encuentra totalmente inmerso en el mismo tipo de clima.

Imagen IV. 8. Tipos de clima en el Estado de Oaxaca.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

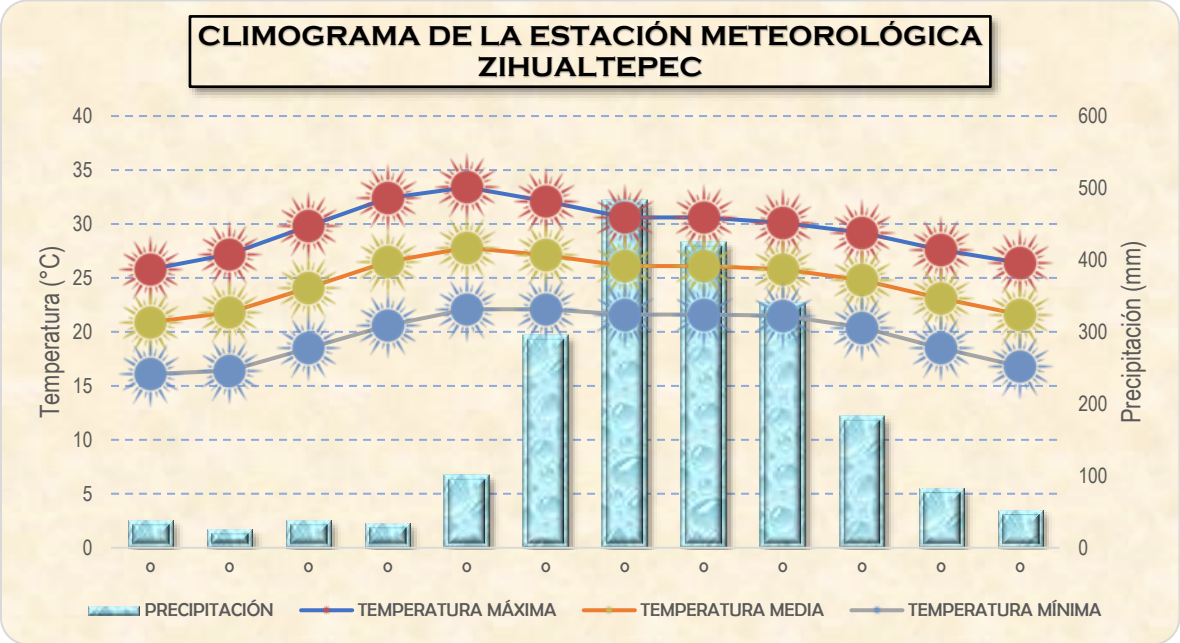
De manera complementaria se muestran los climogramas en los que se representa el comportamiento mensual de los parámetros temperatura y precipitación registradas por la Estación Meteorológica Zihualtepec (20017), la cual cuenta con los registros estadísticos más completos, del año 1951 al 2010. De igual forma, en la gráfica señalada se puede apreciar una importante temporada de lluvias durante los meses de verano.

Se ha tomado como referencia la Estación meteorológica Zihualtepec (20017), cuyas coordenadas geográficas son: 17°27'00" Latitud Norte y los 095°22'59" de Longitud Oeste; por su relación en cuanto distancia al trazo del proyecto, es decir a 22.74 km línea recta al noroeste (esto se puede confirmar en la siguiente imagen), lo cual indica datos más precisos del clima del Sistema Ambiental, además de que en esta estación se presenta el mismo tipo de clima que en el trazo del proyecto, es decir un clima Cálido húmedo (Am)

- TEMPERATURA. En las siguientes tablas se pueden apreciar las temperaturas máximas mensuales. En ella se puede notar que los meses más fríos del año son enero con 25.8°C y diciembre con 26.4°C, que coinciden con la temporada invernal, mientras que los meses más cálidos corresponden a abril y mayo con 32.4°C y 33.4°C, respectivamente, los cuales corresponden con la transición primavera-verano. En lo que se refiere a la temperatura máxima promedio anual, ésta alcanza los 29.6°C. En este caso la oscilación térmica es de 7.6°C. En lo que se refiere a la temperatura media anual, se puede notar que los meses más fríos del año son enero con 20.9°C y diciembre con 21.6°C, que coinciden con la temporada invernal, mientras que los meses más cálidos corresponden a mayo y junio con 27.8°C y 27.1°C, respectivamente, los cuales corresponden con el verano. En lo que se refiere a la temperatura promedio anual, ésta alcanza los 24.6°C. En este caso la oscilación térmica es de 6.9°C. En lo que se refiere a las temperaturas mínimas se puede notar que los meses más fríos del año son enero con 16.1°C y febrero con 16.4°C, que coinciden con la temporada invernal, mientras que los meses más cálidos corresponden a mayo y junio con 22.1°C, los cuales corresponden con la temporada de verano. En lo que se refiere a la temperatura mínima promedio anual, ésta alcanza los 19.7°C. En este caso la oscilación térmica es de 6.0°C

- PRECIPITACIÓN. El promedio precipitación anual para los años de observación realizados en la Estación Meteorológica Zihualtepec indica que en la zona se tiene una media anual de 2,105.4 mm con 116.8 días en promedio de lluvia. Los meses con mayor precipitación corresponden con julio y agosto con 483.2 mm y 425.1 mm, respectivamente, las cuales corresponden con la temporada de verano, mientras los meses con menor precipitación son febrero y abril con 26.7 mm y 35.1 mm, respectivamente.

Gráfica IV. 1. Climograma de la estación meteorológica Zihualtepec



Fuente: CONAGUA ,2020.

Tabla IV. 6. Normales Climatológicas de la estación Zihualtepec

6.5													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO DE:	OAXACA											PERIODO:	1951-2010
ESTACIÓN:	20017			ZIHUALTEPEC									
				LATITUD:	17°27'00" N.		LONGITUD:	095°22'59" O				ALTITUD:	82.0 MSN
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
q													
NORMAL	25.8	27.2	29.8	32.4	33.4	32.1	30.6	30.6	30.1	29.2	27.6	26.4	29.6
MAXIMA MENSUAL	30.8	32.5	33.5	38.3	39.6	37.5	35.9	37.1	33.3	33.9	30.9	29.8	
AÑO DE MAXIMA	1972	2008	1975	1982	2008	2007	2007	2008	2007	1962	1973	1971	
MAXIMA DIARIA	37.0	39.5	41.0	44.0	45.0	42.0	39.0	40.0	39.0	39.0	36.0	36.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	07/1972	27/1962	18/2008	25/2008	14/2008	01/1967	17/2001	22/2008	03/1959	12/2008	14/2007	29/1959	
AÑOS CON DATOS	42	43	43	42	42	41	42	42	42	40	40	39	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	20.9	21.8	24.1	26.5	27.8	27.1	26.1	26.1	25.8	24.8	23.1	21.6	24.6
AÑOS CON DATOS	42	43	43	42	42	41	42	42	42	40	40	39	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	16.1	16.4	18.5	20.6	22.1	22.1	21.6	21.6	21.5	20.4	18.5	16.8	19.7
MINIMA MENSUAL	12.4	13.1	14.2	18.3	19.5	20.4	20.0	19.1	19.4	16.2	14.8	12.4	
AÑO DE MINIMA	2010	2010	2010	1980	1970	2010	2010	2010	2010	2010	1970	2010	
MINIMA DIARIA	8.0	8.5	10.0	12.5	14.0	15.0	18.0	18.0	16.0	12.5	6.0	4.5	
FECHA MINIMA DIARIA	09/2010	06/1963	22/1995	09/1971	17/1970	10/2005	08/1977	15/1972	29/1975	25/1965	05/2009	27/1961	
AÑOS CON DATOS	42	43	43	42	42	41	42	42	42	40	40	39	
PRECIPITACION													
NORMAL	38.8	26.7	39.0	35.0	101.5	296.0	483.2	425.1	340.1	183.7	83.3	53.0	2,105.4
MAXIMA MENSUAL	105.7	96.3	185.0	170.5	430.7	619.9	751.5	1,128.5	800.5	435.8	292.0	194.8	
AÑO DE MAXIMA	1981	1983	2000	2010	1977	1968	2006	2010	2010	1971	1961	1971	
MAXIMA DIARIA	38.5	68.0	102.0	80.0	102.0	175.0	200.0	268.5	235.0	197.5	121.4	86.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	12/1981	11/1983	20/2000	22/1979	21/1974	19/1984	02/1969	22/2010	27/2010	04/1971	09/1983	10/1971	
AÑOS CON DATOS	43	43	43	42	42	41	42	42	42	40	41	40	
NUMERO DE DIAS CON													
LLUVIA	6.4	4.5	3.7	3.2	6.3	13.4	19.6	18.4	15.9	11.8	7.4	6.2	116.8
AÑOS CON DATOS	43	43	43	42	42	41	42	42	42	40	41	40	
NIEBLA	12.6	10.6	8.4	8.4	7.2	7.3	5.7	7.6	6.2	9.4	9.5	10.9	103.8
AÑOS CON DATOS	41	42	42	41	41	40	41	41	41	40	41	40	
GRANIZO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
AÑOS CON DATOS	42	43	43	42	42	41	42	42	42	40	41	40	
TORMENTA E.	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	1.6	1.8	1.8	0.7	0.3	0.1	0.1	6.8
AÑOS CON DATOS	42	43	43	42	42	41	42	42	42	40	41	40	

Fuente: SMA ,2020.

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 es afectado por varios tipos de fenómenos hidrometeorológicos que pueden causar la pérdida de vidas humanas o daños materiales de consideración. Entre estos fenómenos se encuentran las lluvias, granizadas, heladas y sequías.

Las fuertes precipitaciones pluviales pueden generar intensas corrientes de agua en los ríos, flujos con sedimentos en laderas de las montañas, movimientos de masas que transportan lodo, rocas, arena, árboles, y otros objetos que pueden destruir casas, tirar puentes y romper tramos carreteros.

En Oaxaca prácticamente cada año ocurren inundaciones por desbordamiento de ríos y lluvias locales intensas, las cuales son cada vez más considerables debido a que existen modificaciones del terreno, es decir, la población se ubica en zonas aledañas a ríos y arroyos que pueden causarles posteriormente una inundación.

Las granizadas producen afectaciones en las zonas de cultivo, obstrucciones del drenaje y daños a estructuras en las zonas urbanas. Las sequías provocan fuertes pérdidas económicas a la ganadería y a la agricultura en períodos de meses o años.

- GRANIZO. Debido a la distribución de las tormentas de granizo, se relacionan con el relieve, la exposición de laderas, vientos dominantes y el aumento a la altitud, este fenómeno se registra sobre todo en regiones montañosas. La región cuenta con una frecuencia baja entre cero y un día con granizo al año. En el Sistema Ambiental son poco frecuentes los eventos de granizo.

- TORMENTAS Y CICLONES TROPICALES. Los ciclones tropicales son tormentas violentas que se forman en el mar y que giran alrededor de una zona llamada centro, el cual, a su vez, se desplaza por el mar o en tierra, donde se debilita el sistema. En México, la temporada de ciclones tropicales inicia el 15 de mayo en el océano Pacifico y para el Atlántico el 30 de mayo; en ambos océanos la temporada termina el 30 de noviembre. Los efectos de los ciclones tropicales son cuatro: viento, oleaje, marea de tormenta y precipitación, esta última genera a su vez, inundaciones e inestabilidad de laderas. Se ha observado que en los océanos Atlántico y Pacífico noreste se presentan 34 ciclones tropicales en promedio, entre depresiones y tormentas tropicales, así como huracanes, de los cuales, 18 ocurren en el océano Pacífico y 16 en el Atlántico. De éstos, anualmente cinco impactan a México, tres del Pacífico y dos del Atlántico. Durante 1950 a 2017 han tocado tierra en el país 297 ciclones, los cuales en su mayoría son tormentas tropicales y sólo seis alcanzaron la categoría de huracán V en la escala Saffir-Simpson. Las áreas más expuestas a huracanes categoría I o superiores son las costas. En lo que respecta al Sistema Ambiental junto con su Área de Influencia, éstos presentan una muy baja incidencia por este tipo de fenómenos climatológicos.

- INUNDACIONES. La entidad cuenta con 186 municipios, los cuales son considerados de alto riesgo, ya que en los últimos años se han presentado inundaciones. En lo que se refiere al municipio involucrado, estos presentan una vulnerabilidad alta y un nivel de peligro Muy alto a este tipo de fenómeno climatológico.

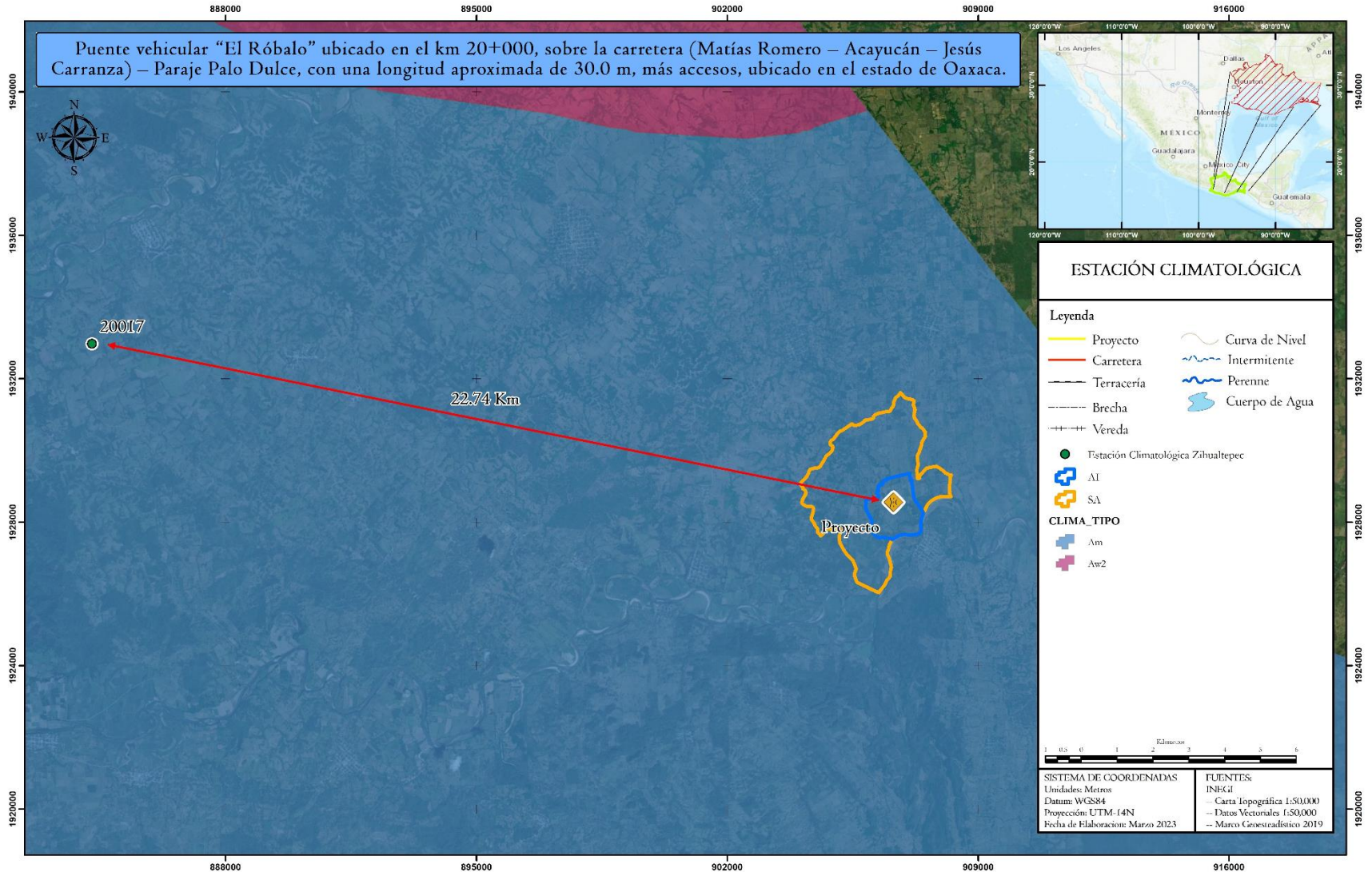
- ISOTERMAS. Las isotermas son líneas que unen los puntos de igual temperatura. Dada la gran extensión del territorio estatal, Oaxaca presenta una gran variedad de isotermas. Las temperaturas menores del Estado de Oaxaca van de los 8°C a los 10°C, designada como una zona semifría, las cuales se localizan

en las partes más altas de las Sierras Orientales, pertenecientes a la Sierra Madre del Sur en altitudes que oscilan entre los 3,753 y los 3,784 msnm, específicamente en la parte sureste del estado, en los municipios de Santo Domingo Ozolotepec, San Juan Ozolotepec y San Pedro Mixtepec. En cambio, las mayores temperaturas que se presentan en el estado designadas como muy cálidas, se localizan en dos mosaicos, uno al suroeste y otro al extremo sureste en toda la línea de costa de las Costas del Sur, en el sur estatal, con temperaturas mayores a los 28°C. Para el caso del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto se presenta 1 isoterma, l se trata de la isoterma cálida con temperaturas que oscilan entre los 24 y los 26°C ocupando el 100% del SA y un 100% del Área de Influencia, esta isoterma se asienta en altitudes que van desde los 40 msnm hasta los 80 msnm en el lomerío típico.

- ISOYETAS. Las isoyetas son conocidas como las líneas que delimitan zonas de igual registro de precipitación, el estado de Oaxaca presenta una gran variedad de isoyetas que van desde las menores que oscilan entre los 300 a 400 mm, hasta mayores de 4,500 mm. Los menores registros de precipitación se localizan al noroeste del estado en las Sierras Centrales de Oaxaca en altitudes de los 600 a los 2200 msnm. Mientras las mayores isoyetas se encuentran en la parte norte en altitudes que oscilan entre los 200 y los 2000 msnm en las Sierras Orientales de la Sierra Madre del Sur. Para el caso del Sistema Ambiental y del Área de Influencia se presenta una sola isoyeta que es de 2000-2500 mm, esta isoyeta se asienta en altitudes que van desde los 40 msnm hasta los 80 msnm en el lomerío típico.

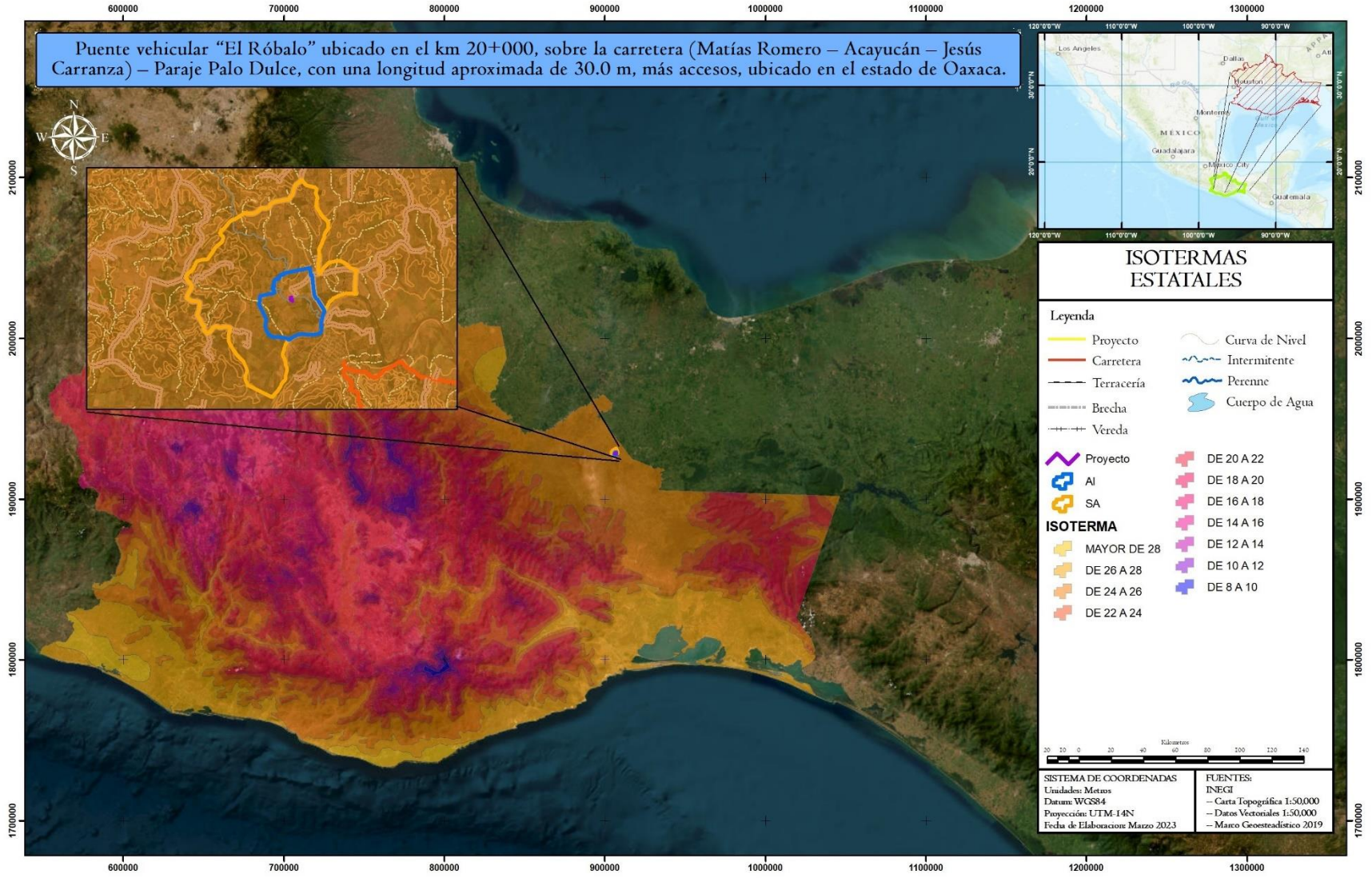
En la siguiente figura se puede observar la distancia que existe entre las estaciones climatológicas y el trazo del proyecto.

Imagen IV. 9. Estaciones Meteorológicas cercanas al trazo del proyecto.



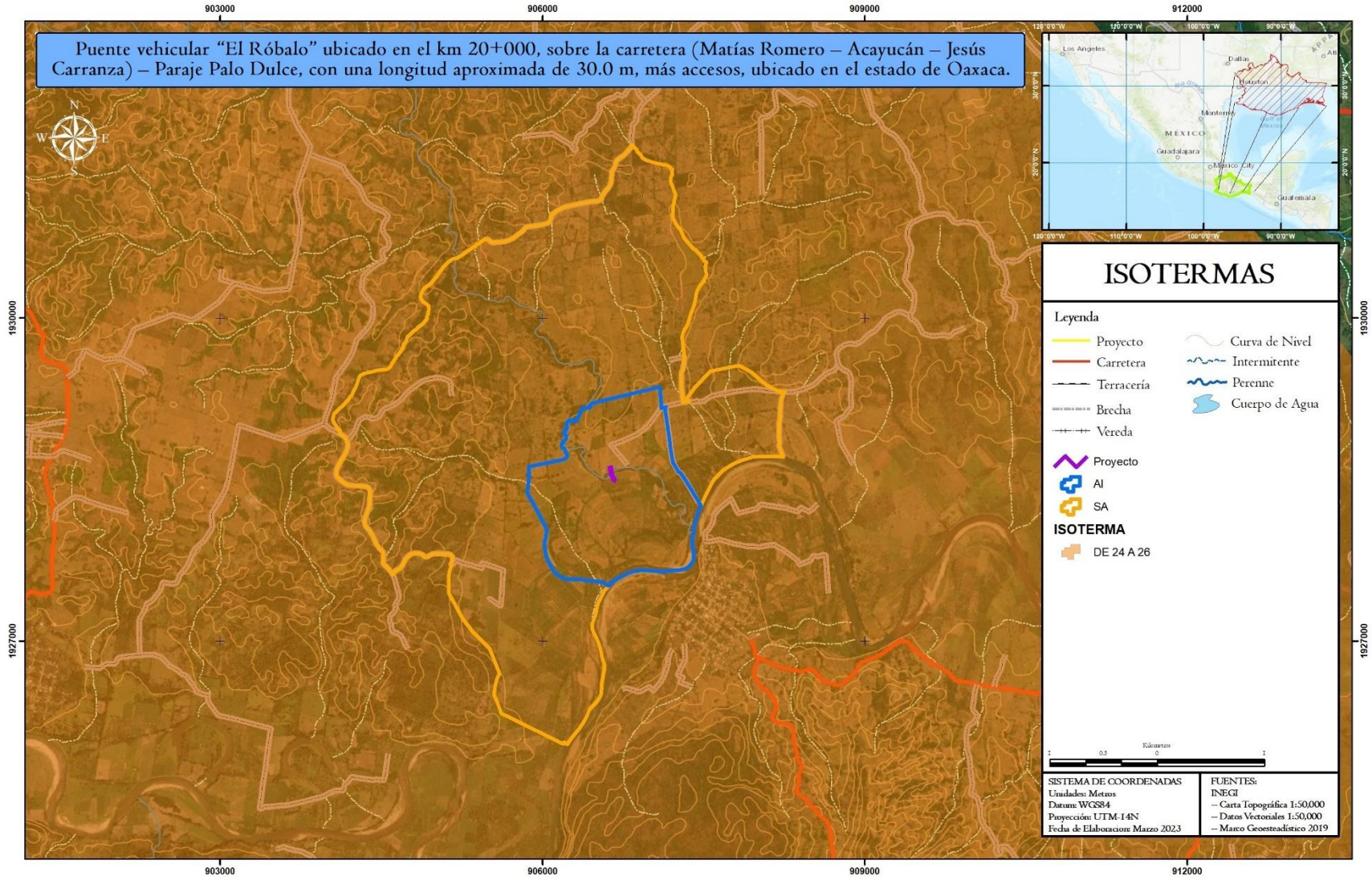
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 10 Isotermas del Estado de Oaxaca.



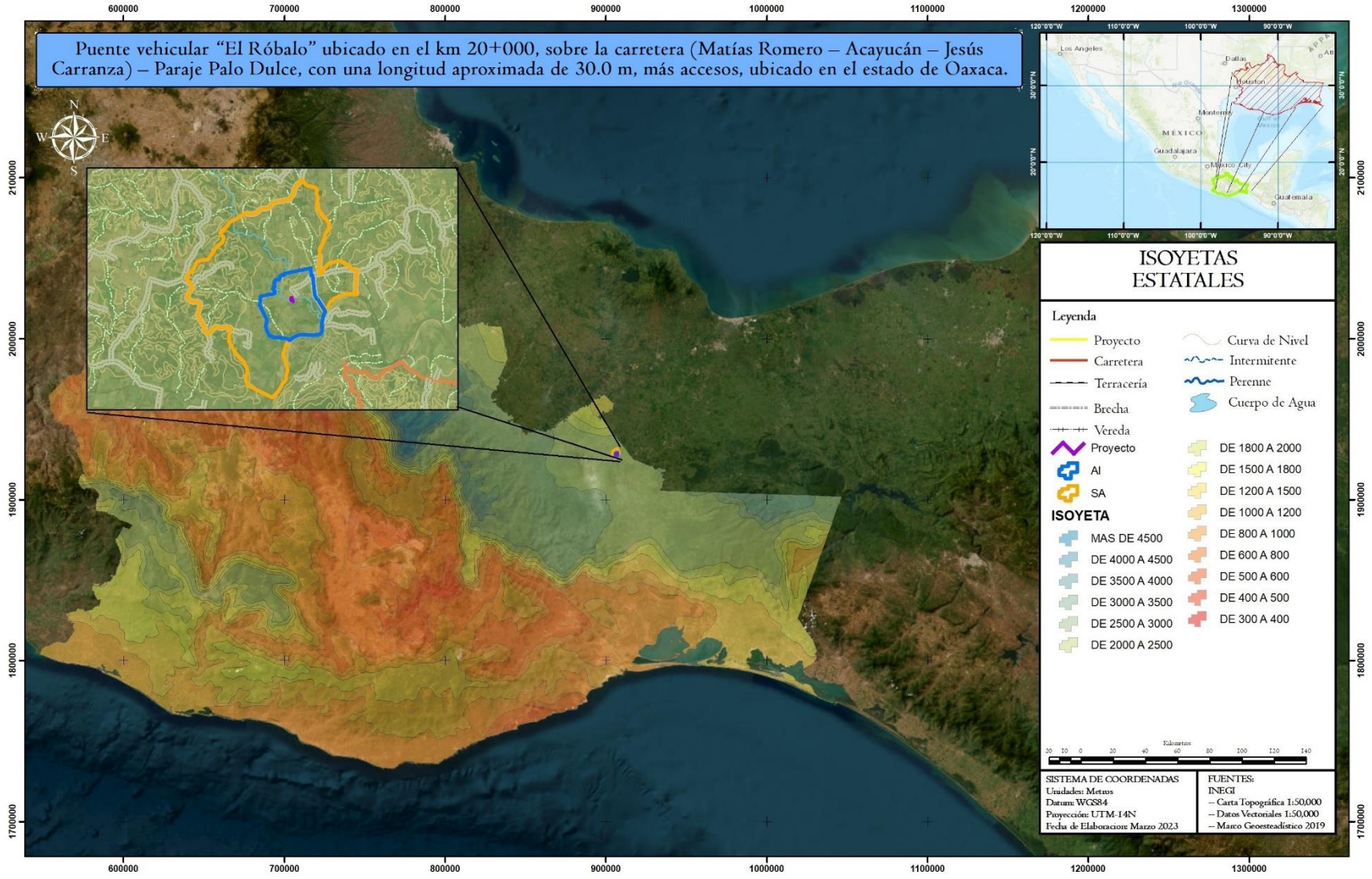
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 11. Isotermas del SA del trazo del proyecto.



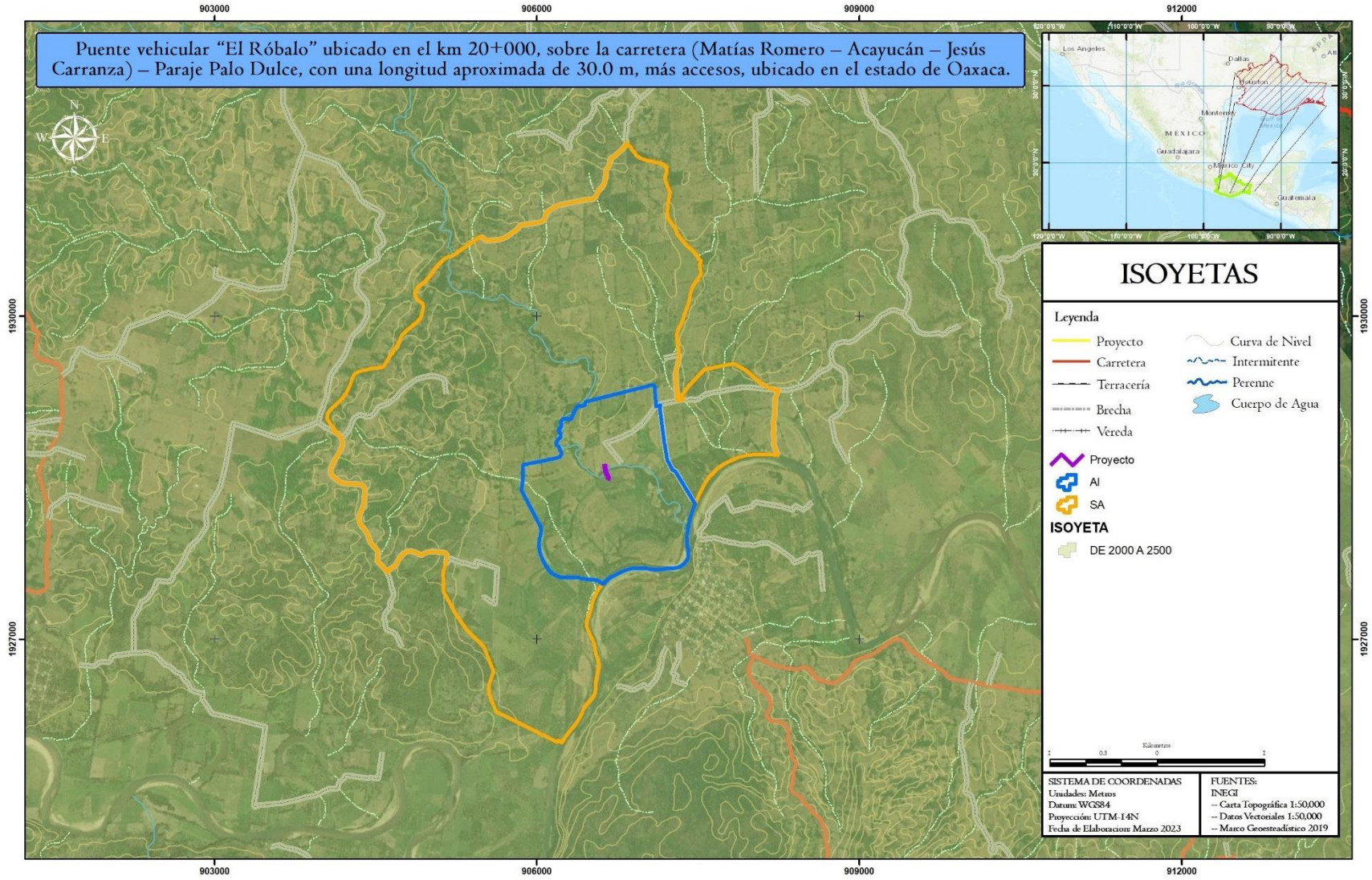
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 12. Isoyetas del Estado de Oaxaca.



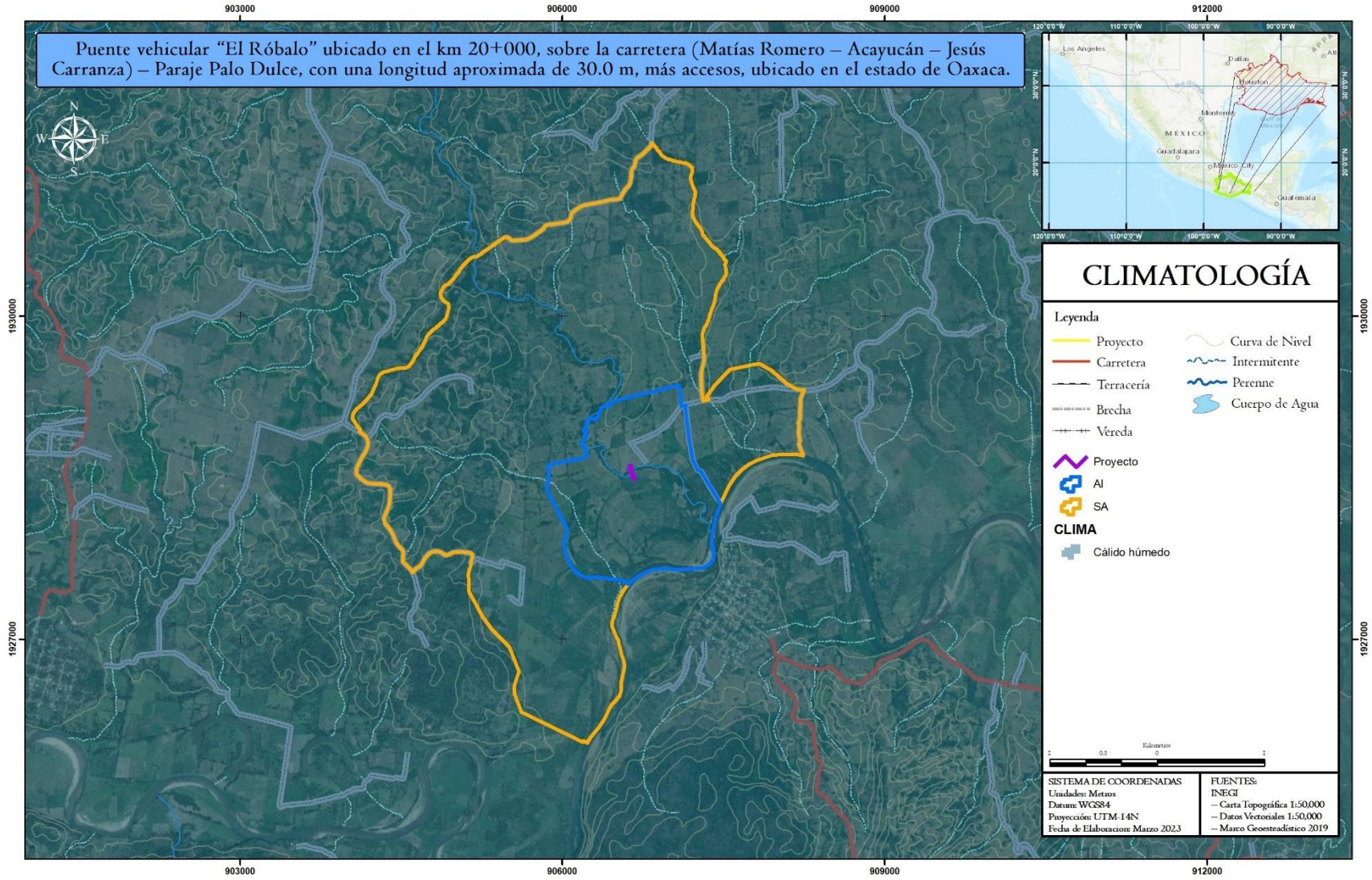
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 13. Isoyetas del SA del trazo del proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 14. Climas del Sistema Ambiental del trazo del proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

IV.2.2.1.2. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología es la rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la superficie terrestre y los procesos que las generan. La geomorfología está muy relacionada tanto con la geografía física como con la geografía humana (en lo que se refiere a los riesgos naturales y la relación del hombre con el medio).

El relieve es uno de los elementos del paisaje natural que permite diferenciar el territorio en ámbitos ecológicos con cierta homogeneidad. Condiciona la movilidad del flujo de materia y energía e induce en gran medida la distribución de las comunidades vegetales, el potencial de las actividades productivas y la ubicación preferente de los asentamientos humanos.
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.

Gran parte del territorio de Oaxaca pertenece a la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, ésta comprende más de la mitad occidental del estado, penetra por el costado oeste y llega hasta las proximidades de Salina Cruz, Santo Domingo Tehuantepec, Magdalena Tlacotepec, San Juan Guichicovi y San Juan Lalana. La provincia Cordillera Centroamericana abarca los terrenos localizados en el este y sureste; la Llanura Costera del Golfo Sur se extiende desde el extremo norte hasta el sureste de El Barrio de la Soledad, a lo largo del costado noreste; el Eje Neovolcánico ocupa pequeñas unidades del noroeste, y las Sierras de Chiapas y Guatemala una zona reducida del borde oriental.

El municipio de Matías Romero Avendaño se encuentra inmerso en las subprovincias Sierras Orientales, Llanura Costera Veracruzana y Sierras del Sur de Chiapas, pertenecientes a las provincias de la Sierra Madre del Sur, Llanura Costera del Golfo Sur y Cordillera Centroamericana respectivamente. La subprovincia fisiográfica Sierras Orientales es una región montañosa ubicada en el este de México, que se extiende desde el noreste de Coahuila hasta el sureste de Oaxaca. Esta subprovincia forma parte de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, y se caracteriza por tener una topografía accidentada con numerosas sierras, valles, mesetas y cañones. Por su parte la subprovincia fisiográfica Llanura Costera Veracruzana es una extensa llanura que se ubica en el este de México, a lo largo de la costa del Golfo de México. Se extiende desde el sur de Tamaulipas hasta el norte de Oaxaca, y es una de las llanuras costeras más importantes y productivas del país. Esta subprovincia fisiográfica se caracteriza por tener una topografía relativamente plana, con una altitud promedio de entre 10 y 100 metros sobre el nivel del mar. La llanura costera está conformada por una serie de terrazas aluviales, que se han formado por los sedimentos depositados por los ríos que desembocan en el Golfo de México. Así mismo la subprovincia fisiográfica Sierras del Sur de Chiapas es una región montañosa ubicada en el sureste de México, en el estado de Chiapas. Esta subprovincia forma parte de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre de Chiapas, y se caracteriza por tener una topografía muy accidentada y elevada, con numerosas sierras, valles y cañones. Las Sierras del Sur de Chiapas están compuestas por rocas sedimentarias y metamórficas, con importantes sistemas de fallas y fracturas que han generado la formación de elevadas montañas y profundos valles. Esta subprovincia incluye las sierras de las Cañadas, de los Cuchumatanes y de Chiapas, entre otras.

Tabla IV. 7 Subprovincias fisiográficas del municipio de Matías Romero Avendaño

Provincia	Subprovincia	Sistema de topoformas	Porcentaje (%)
Sierra Madre del Sur	Sierras Orientales	Sierra baja compleja	0,28
Llanura Costera del Golfo Sur	Llanura Costera Veracruzana	Llanura Aluvial Con Lomerío	67,49
		Lomerío Típico	17,46
Cordillera Centroamericana	Sierras del Sur de Chiapas	Sierra Alta de Cumbres Escarpadas	15,05
		TOTAL	100.00

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

El municipio de San Juan Cotzocón se encuentra inmerso en las subprovincias Sierras Orientales y Llanura Costera Veracruzana, pertenecientes a las provincias de la Sierra Madre del Sur y Llanura Costera del Golfo Sur respectivamente. La subprovincia fisiográfica Sierras Orientales es una región montañosa ubicada en el este de México, que se extiende desde el noreste de Coahuila hasta el sureste de Oaxaca. Esta subprovincia forma parte de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, y se caracteriza por tener una topografía accidentada con numerosas sierras, valles, mesetas y cañones. Por su parte la subprovincia fisiográfica Llanura Costera Veracruzana es una extensa llanura que se ubica en el este de México, a lo largo de la costa del Golfo de México. Se extiende desde el sur de Tamaulipas hasta el norte de Oaxaca, y es una de las llanuras costeras más importantes y productivas del país. Esta subprovincia fisiográfica se caracteriza por tener una topografía relativamente plana, con una altitud promedio de entre 10 y 100 metros sobre el nivel del mar. La llanura costera está conformada por una serie de terrazas aluviales, que se han formado por los sedimentos depositados por los ríos que desembocan en el Golfo de México.

Tabla IV. 8 Subprovincias fisiográficas del municipio de San Juan Cotzocón

Provincia	Subprovincia	Sistema de topoformas	Porcentaje (%)
Sierra Madre del Sur	Sierras Orientales	Sierra baja compleja	0,88
		Sierra alta compleja	30.64
Llanura Costera del Golfo Sur	Llanura Costera Veracruzana	Llanura Aluvial Con Lomerío	0.04
		Lomerío Típico	68.44
		TOTAL	100.00

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

El Sistema Ambiental, junto con el Área de Influencia del trazo del proyecto pertenece a la Llanura Costera Veracruzana. Esta es una región ubicada en el sureste de México, que se extiende desde el sur del estado de Veracruz hasta la península de Yucatán, abarcando también el norte de Tabasco y el este de Campeche. Esta provincia se encuentra en la costa del Golfo de México, y es una de las regiones más importantes del país en términos de producción agrícola, ganadera y pesquera.

Tabla IV. 9 Subprovincias fisiográficas del Sistema Ambiental y Área de Influencia

Provincia	Subprovincia	Sistema de topoformas	Porcentaje (%)
Sierra Madre del Sur	Llanura Costera Veracruzana	Lomerío Típico	100
		TOTAL	100.00

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

La Llanura Costera Veracruzana se caracteriza por tener una topografía relativamente plana, con altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 200 metros. Está compuesta por una serie de terrazas aluviales, que se han formado a lo largo del tiempo por la acumulación de sedimentos de los ríos que desembocan en el Golfo de México. En esta región se pueden encontrar una gran cantidad de lagunas, esteros y humedales que son importantes para la fauna y flora locales.

El clima de la Llanura Costera Veracruzana es cálido y húmedo, con temperaturas promedio anuales que oscilan entre los 24 y 28°C. Las lluvias son abundantes durante todo el año, con una temporada de lluvias más marcada en los meses de verano y otoño. La humedad relativa es alta durante todo el año, lo que favorece el desarrollo de la vegetación tropical.

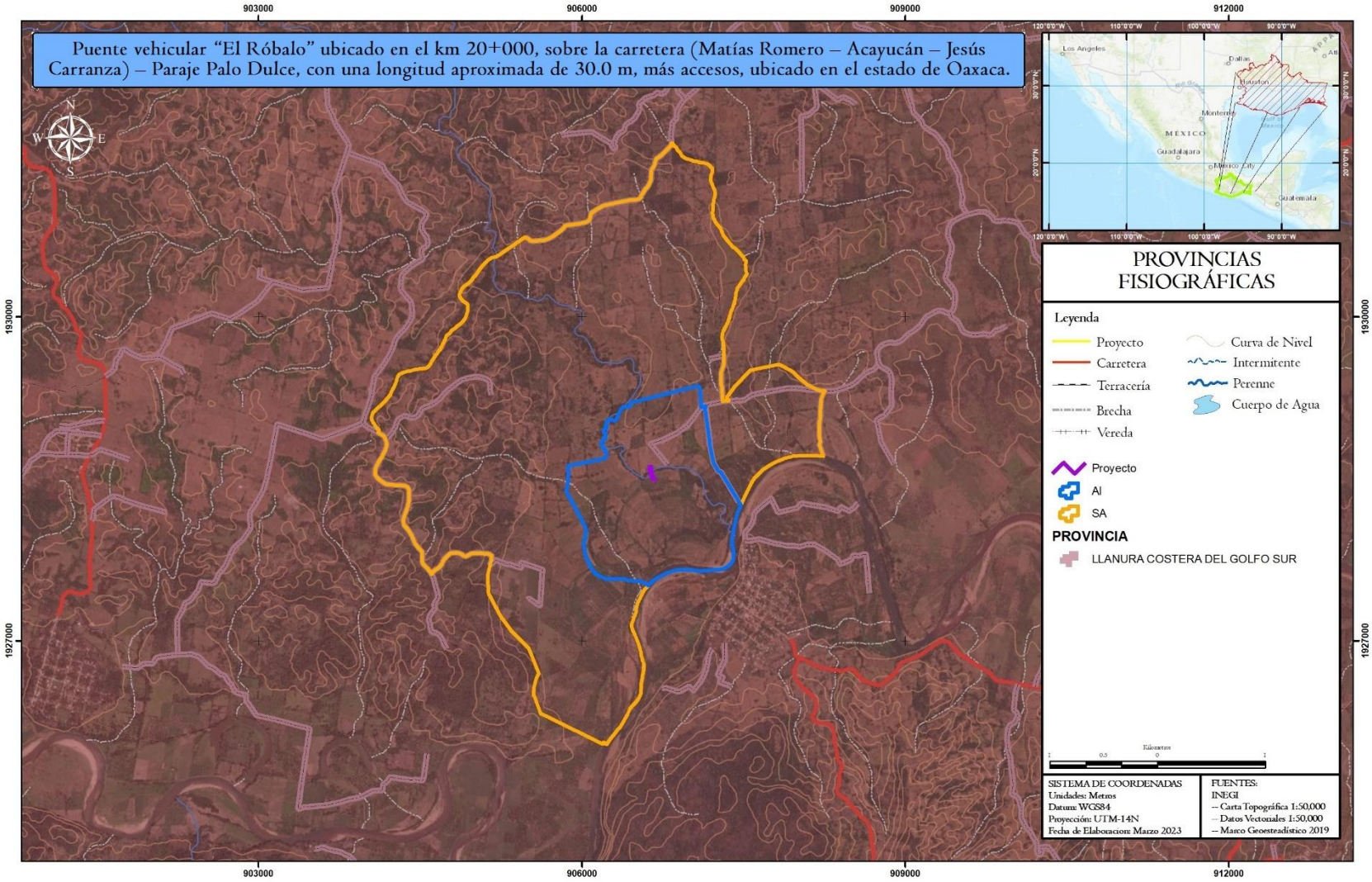
En esta provincia se pueden encontrar importantes ciudades como Villahermosa, Coatzacoalcos, Campeche y Mérida, que se han desarrollado como centros económicos y turísticos gracias a la abundancia de recursos naturales, la producción de hidrocarburos, la agricultura, la ganadería y la pesca. También es una región rica en biodiversidad, con importantes áreas naturales protegidas como los humedales de Centla en Tabasco, el Parque Nacional Arrecifes de Xcalak en Quintana Roo y la Reserva de la Biosfera Los Petenes en Campeche.

Asimismo, el SA junto con el Área de Influencia se asienta sobre la Subprovincia Llanura Costera Veracruzana, esta subprovincia fisiográfica se caracteriza por tener una topografía relativamente plana, con una altitud promedio de entre 10 y 100 metros sobre el nivel del mar. La llanura costera está conformada por una serie de terrazas aluviales, que se han formado por los sedimentos depositados por los ríos que desembocan en el Golfo de México.

El clima de la subprovincia Llanura Costera Veracruzana es cálido y húmedo, con lluvias abundantes durante la mayor parte del año. Las temperaturas promedio anuales oscilan entre los 23 y los 28°C, lo que favorece el crecimiento de una gran variedad de cultivos, especialmente de caña de azúcar, café, cítricos y otros productos tropicales.

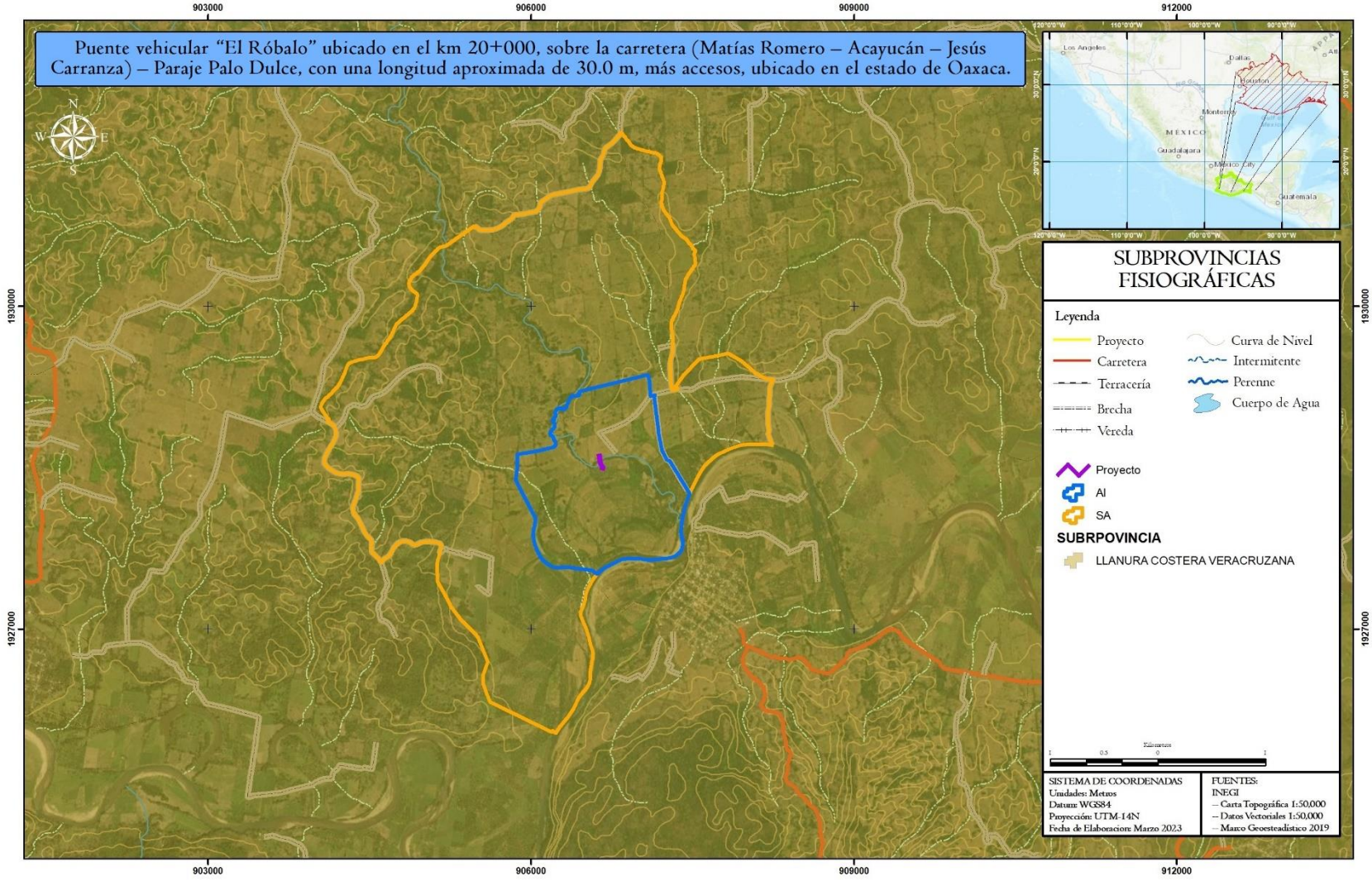
En esta subprovincia se encuentran importantes ciudades como Veracruz, Tampico, Tuxpan, Poza Rica y Coatzacoalcos, que se han desarrollado como centros económicos y productivos gracias a la abundancia de recursos naturales, especialmente de petróleo y gas natural. Además, la llanura costera veracruzana es rica en biodiversidad y alberga numerosas áreas naturales protegidas, como el Parque Nacional Cofre de Perote y el Santuario de la Tortuga Marina de Xcacel-Xcacelito.

Imagen IV. 15. Provincias Fisiográficas del Proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 16. Subprovincias Fisiográficas del Proyecto.



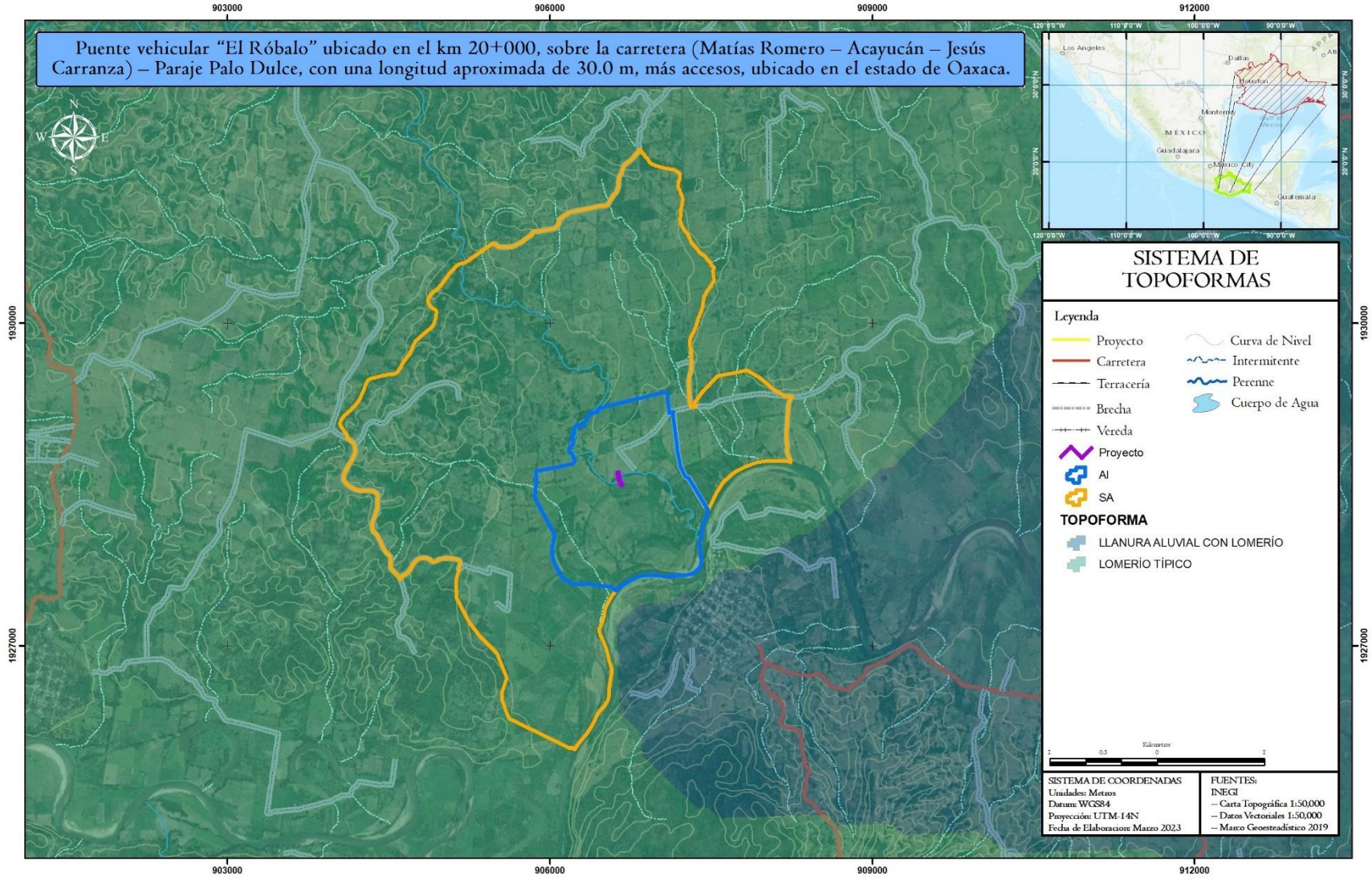
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 17. En las fotografías se puede observar la complejidad de topoformas presentes en el Sistema Ambiental

	
Lomerío típico	Lomerío típico
	
Lomerío típico	Lomerío típico
En las fotografías aéreas capturadas mediante vehículo aéreo no tripulado (dron), se puede observar claramente la topología que prevalece en el SA y el trazo del proyecto, el relieve de un lomerío típico se caracteriza por la presencia de una serie de colinas suaves y redondeadas, con altitudes moderadas y pendientes suaves. Estas colinas pueden estar separadas por pequeños valles o depresiones. La superficie del lomerío es irregular, con elevaciones y depresiones intercaladas, pero en general, su topografía no es tan abrupta como la de las montañas.	

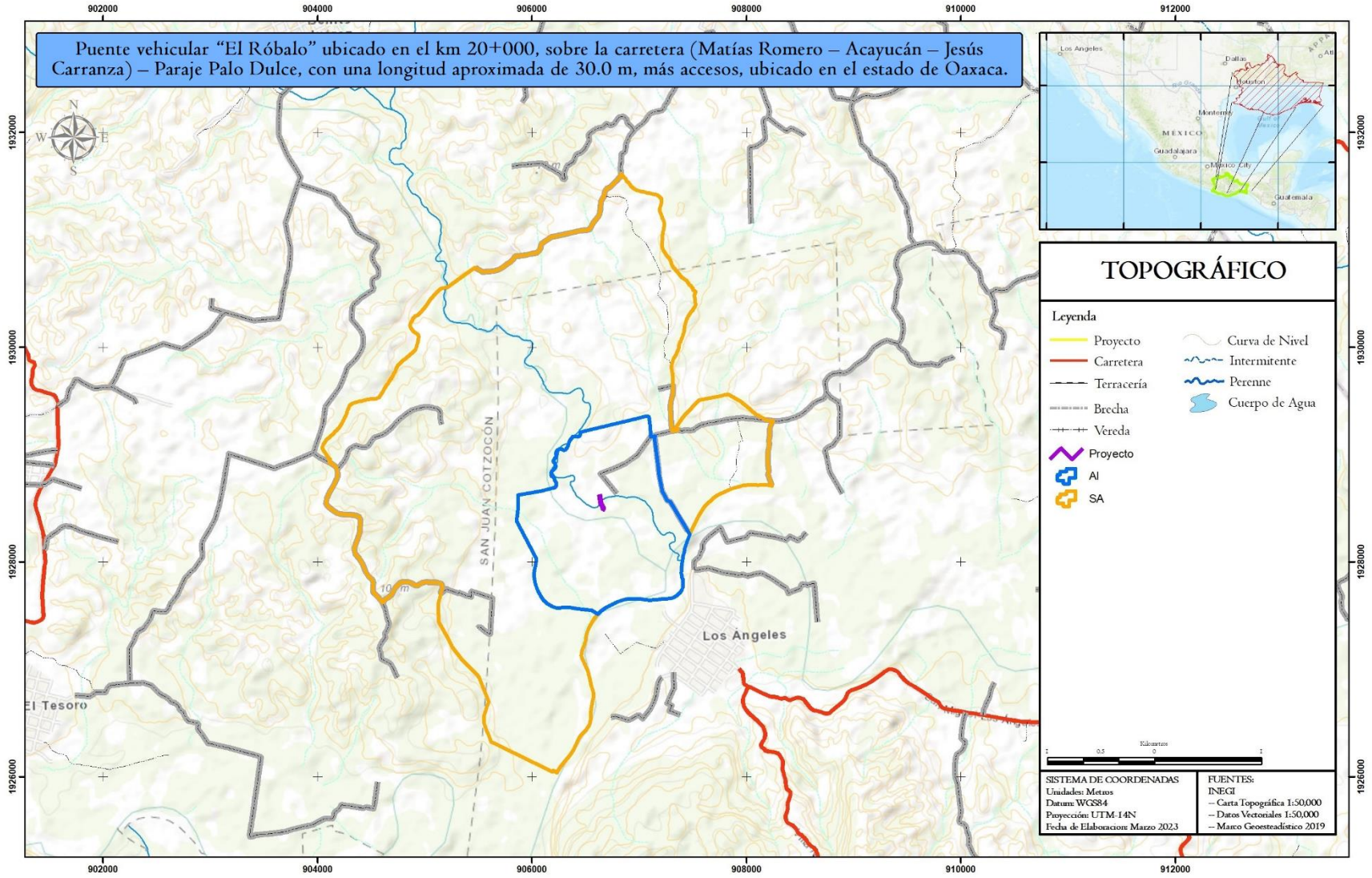
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 18. Topoformas presentes en el área del Proyecto.



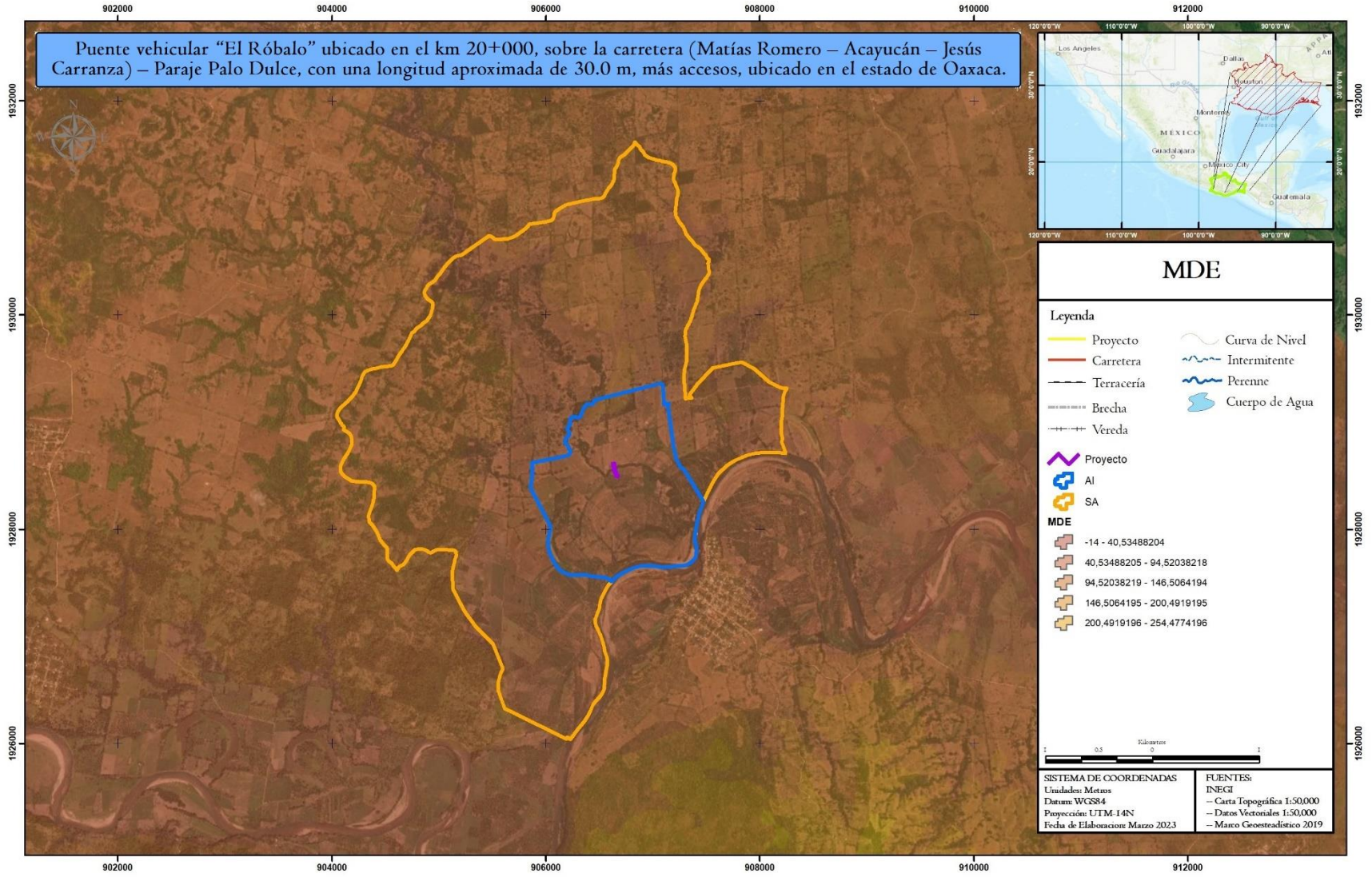
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 19. Topografía presente en el área del proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 20. Modelo Digital de Elevaciones del área del proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

La superficie estatal de Oaxaca forma parte de las provincias: Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Sur y Cordillera Centroamericana.

En la mayoría de la superficie hay sierras conformadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro), ígneas intrusivas (formadas por debajo de la superficie de la Tierra), ígneas extrusivas o volcánicas (se forman cuando el magma o roca derretida sale de las profundidades hacia la superficie de la Tierra) y metamórficas (han sufrido cambios por la presión y las altas temperaturas), en estas elevaciones se localiza el cerro Nube Flane (Quie Yelaag) con 3,720 metros sobre el nivel del mar, que representa la mayor altitud del estado.

Hacia el suroeste hay un cañón que ha labrado el río Grande–Atoyaquillo. En la porción noreste hay un lomerío, una llanura y un valle en el cual se ha instalado la presa Miguel Alemán.

En la zona sur, también existe una llanura y un lomerío que han formado cuerpos de agua como la laguna Superior, laguna Inferior y Mar Muerto, entre otros.

Tanto el Sistema como el Área de Influencia presenta altitudes que oscilan entre los 220 msnm hasta los 400 msnm. El lomerío es un tipo de relieve caracterizado por la presencia de colinas suaves y redondeadas, que se encuentran dispersas en un paisaje ondulado. Estas colinas suelen tener pendientes suaves y están separadas por pequeños valles o depresiones. Los datos anteriormente mencionados se pueden verificar en la siguiente tabla e imagen:

Tabla IV. 10. Topoformas del Sistema Ambiental y Área de Influencia

Entidad	Nombre	Descripción	Porcentaje (%)
Sistema De Topoformas	Lomerío	Lomerío Típico	100
TOTAL			100.00

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

IV.2.2.1.3 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.

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.

Las sierras altas se caracterizan por riscos y escarpes disectados por profundos cañones y barrancos, observándose en las de origen marino, la presencia de un sistema cárstico que ha labrado dolinas y sumideros. Las montañas bajas y lomeríos presentan mesetas disectadas ocasionalmente por angostos cañones, desde donde las elevaciones disminuyen en forma paulatina hasta formar planicies sedimentarias que constituyen la faja costera en el sur de la entidad.

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.

El municipio de Matías Romero A Avendaño presenta rocas de tipo: Ígnea intrusiva: Granito (19.07%) Ígnea extrusiva: Andesita (4.23%) Sedimentaria: Arenisca (26.71%), caliza (14.36%), arenisca-conglomerado (5.72%), lutita-arenisca (5.85%), conglomerado (5.34%) y limolitaarenisca (2.73%) Metamórfica: Esquisto (6.49%) y metasedimentaria (1.84%) Suelo: Aluvial (6.68%).

Tabla IV. 11 Geología presente en el municipio de Matías Romero Avendaño.

CLAVE	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
Tm(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Cenozoico	Terciario	39550.37	29.14
P(Igia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Paleozoico	N/D	17087.01	12.59
Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	15968.46	11.77
P(Igia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Paleozoico	N/D	9102.31	6.71
TR-J(ar-cg)	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	N/D	8161.94	6.01
K(E)	Metamórfica	Esquisto	Mesozoico	Cretácico	7607.53	5.61
J(Igei)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Mesozoico	Jurásico	7379.42	5.44
Tm(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	5768.58	4.25
Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	4575.33	3.37
Tm(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Cenozoico	Terciario	2976.31	2.19
Q(s)	N/A	N/A	Cenozoico	Cuaternario	2493.46	1.84
Ks(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	2355.01	1.74
TR-J(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	N/D	1916.93	1.41
Tm(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Cenozoico	Terciario	1564.90	1.15
TR-J(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	N/D	1504.23	1.11
Te(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	1411.69	1.04
Tm(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	1245.99	0.92
J(Ms)	Metamórfica	Metasedimentaria	Mesozoico	Jurásico	1193.09	0.88
Js(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	Jurásico	1188.17	0.88
K(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	Cretácico	1082.03	0.80
K(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	Cretácico	1063.20	0.78
J(Ms)	Metamórfica	Metasedimentaria	Mesozoico	Jurásico	285.33	0.21
TR-J(ar-cg)	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	N/D	205.37	0.15
TR-J(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	N/D	31.26	0.02
Tm(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Cenozoico	Terciario	39550.37	29.14
P(Igia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Paleozoico	N/D	17087.01	12.59
Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	15968.46	11.77
P(Igia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Paleozoico	N/D	9102.31	6.71
TR-J(ar-cg)	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	N/D	8161.94	6.01
Total					21,324.51	100.00%

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En lo que respecta al municipio de San Juan Cotzocón presenta rocas de tipo: Arenisca (38,69%), Esquisto (30,11%), Limolita-Arenisca (13,16%), Conglomerado (5,37%), Suelo (Qs) (5,18%), Ígnea intrusiva ácida (4,02%), Lutita-Arenisca (1,79%), Caliza (0,92%), Limolita-Arenisca (0,46%), Caliza-Lutita (0,16%), Limolita-Arenisca (0,10%) e Ígnea intrusiva ácida (0,05%).

Tabla IV. 12 Geología presente en el municipio de San Juan Cotzocón.

CLAVE	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	ÁREA (km²)	PORCENTAJE (%)
Tm(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Cenozoico	Terciario	535,289334	38,69
K(E)	Metamórfica	Esquisto	Mesozoico	Cretácico	416,495314	30,11
TR-J(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	N/D	182,04094	13,16
Tm(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	74,222384	5,37
Q(s)	Suelo	N/A	Cenozoico	Cuaternario	71,644464	5,18
P(Igia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Paleozoico	N/D	55,587653	4,02
Tm(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Cenozoico	Terciario	24,714104	1,79
Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	12,773281	0,92
Js-Ki(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	N/D	6,36019	0,46
K(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	Cretácico	2,25339	0,16
TR-J(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	N/D	1,389253	0,10
K(Igia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Mesozoico	Cretácico	0,642645	0,05
Total					1383.41295	100.00

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En el Sistema Ambiental se presentan 2 tipos de rocas y entidad suelo, con un predominio de este último con 59.86%, seguido de las rocas Sedimentarias Lutitas-areniscas con el 30.91 % de la superficie de este y por último le siguen las rocas Sedimentarias Areniscas con el 9.23%, esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 13. Geología del Sistema Ambiental.

CLAVE	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	ÁREA (km²)	ÁREA (km²)	PORCENTAJE (%)
Q(s)	Suelo	N/A	Cenozoico	Cuaternario	N/A	7.03	59.93
Tm(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Cenozoico	Terciario	Mioceno	1.08	9.21
Tm(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Cenozoico	Terciario	Mioceno	3.63	30.95
TOTAL						11.73	100.00

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

En lo que se refiere al Área de Influencia del trazo del proyecto se presentan solamente una entidad estudiada, la cual es la capa de suelo. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 14. Geología del Área de Influencia.

CLAVE	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	ÁREA (km²)	ÁREA (km²)	PORCENTAJE (%)
Q(s)	Suelo	N/A	Cenozoico	Cuaternario	N/A	2.03	100
TOTAL						2.03	100.00

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Rocas Sedimentarias

Las rocas Sedimentarias están formadas por la sedimentación y cementación de partículas de arcilla, arena, grava o cantos. Sus características de estabilidad dependen generalmente, del tamaño de los granos, los planos de estratificación, las fracturas normales a la estratificación y el grado de cementación. Las rocas sedimentarias más comúnes son el Conglomerado, Breccia, las Lutitas, Areniscas Limolitas, Calizas, Dolomitas, y Evaporitas.

Lutita- Arenisca

Las rocas lutita-arenisca, como su nombre indica, son una mezcla de dos tipos principales de roca: lutitas y areniscas. Las lutitas son rocas sedimentarias compuestas principalmente por arcilla, mientras que las areniscas son rocas sedimentarias compuestas principalmente por granos de arena. La lutita-arenisca es una roca intermedia entre estos dos tipos de roca.
La lutita-arenisca es una roca sedimentaria clástica, lo que significa que está compuesta por fragmentos de otras rocas que han sido erosionados y transportados por el agua o el viento y luego se han depositado en capas. Estas capas se comprimen y cementan con el tiempo, formando la roca final.

Las lutita-areniscas pueden variar en color desde tonos grisáceos hasta amarillos, dependiendo de la composición de las rocas que se hayan erosionado para formar los sedimentos. También pueden variar en la cantidad de lutita y arenisca que contienen, lo que afecta su textura y dureza. En general, las lutita-areniscas son rocas relativamente duras y resistentes, pero no tanto como las areniscas puras.

Las lutita-areniscas se utilizan a menudo en la construcción como material de construcción y como agregado para el concreto. También se pueden encontrar en formaciones geológicas antiguas, donde se utilizan para entender la historia geológica y la evolución de la Tierra.

Arenisca

La arenisca es una roca sedimentaria clástica compuesta principalmente por granos de arena, que son partículas minerales erosionadas por el viento o el agua. Los granos de arena en la arenisca pueden ser de diferentes tamaños, desde tan finos como granos de azúcar hasta tan grandes como guijarros. Estos granos de arena están unidos por cemento, que puede componerse de cuarzo, calcita, limonita u otros minerales.

La textura de la arenisca varía según la cantidad y tamaño de los granos de arena, así como la cantidad y el tipo de cemento que se utiliza para unirlos. La arenisca puede ser muy porosa y permeable, lo que significa que el agua puede pasar fácilmente a través de ella, o puede ser muy compacta y dura, como la arenisca silicificada.
La arenisca se encuentra en una amplia variedad de colores, desde tonos grises y beige hasta rojos y marrones oscuros. Estos colores se deben a la presencia de minerales como hematita, limonita y óxidos de hierro, que se depositan junto con los granos de arena.

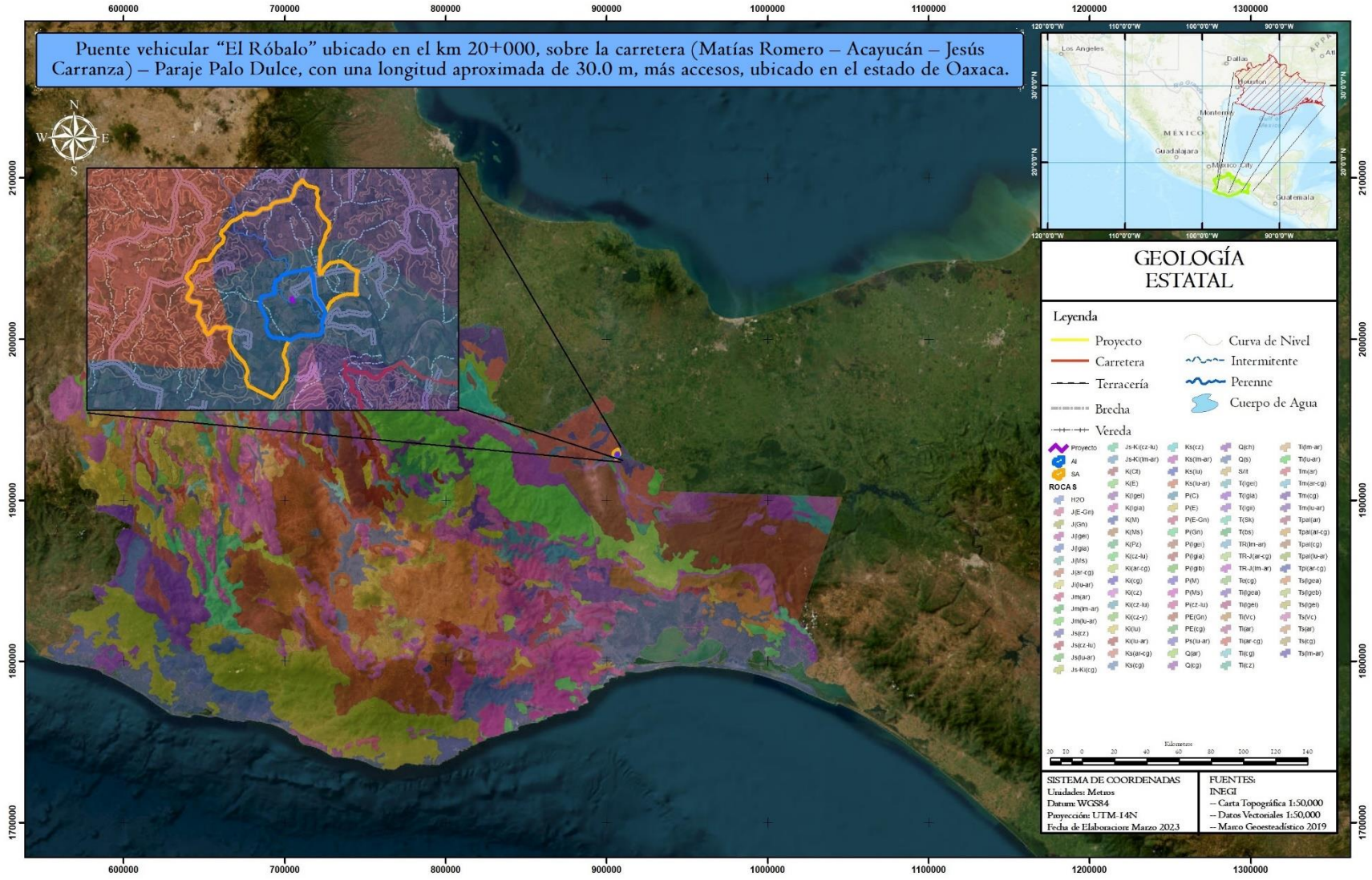
La arenisca es una roca común en todo el mundo y se utiliza ampliamente en la construcción, la decoración y la industria del petróleo y el gas. Debido a su porosidad, la arenisca es un buen acuífero y se utiliza a menudo como fuente de agua subterránea. Además, la arenisca es una roca resistente y duradera, lo que la hace ideal para la construcción de edificios, monumentos y esculturas.

Imagen IV. 21. Fotografías de los cortes presentes en el trazo del proyecto y en el SA

	
Lutita-Arenisca	Lutita-Arenisca
	
Lutita-Arenisca	Arenisca

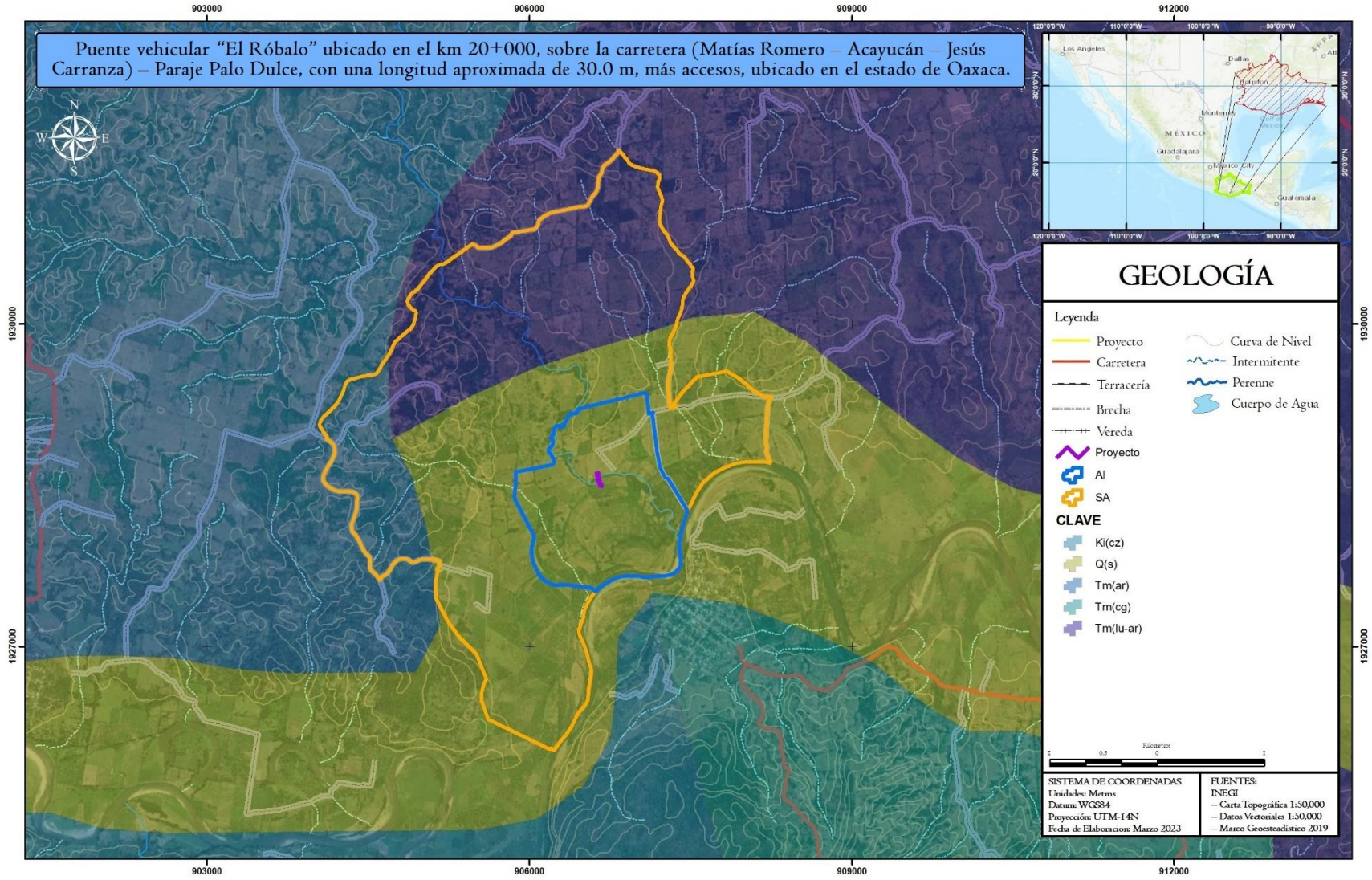
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 22. Geología del Estado de Oaxaca.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 23. Geología presente en el área del proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Geología estructural y tectónica

La geología estructural, estudia la estructura de la corteza terrestre o de una determinada región, así como el reconocimiento de las estructuras tectónicas en un sector (fallas, diaclasas)

En geología, una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura (Bates y Jackson, 1980). Esencialmente, una falla es una discontinuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la Tierra cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. El movimiento causante de esa dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas.
Existen en el estado de Oaxaca un sin número de fallas, de las cuales 52 de ellas se encuentran plenamente identificadas y clasificadas, presentándose de la siguiente manera: 4 normales, 10 inversas, 10 de desplazamiento lateral izquierdo, 25 de desplazamiento lateral derecho, un pliegue-falla, un graven y un anticlinal.

En este sentido es importante realizar un análisis para conocer si existen o no estructuras tectónicas de este tipo dentro del SA y área del proyecto. El resultado del análisis cartográfico indica que existen dos fracturas, a una distancia menor a 15 km una al sur del SA y otra al sureste, ninguna de estas por dentro del SA. La primera fractura al sur mide 13.24 kilómetros corre de norte a sur localizada a 7.42 kilómetros del inicio del trazo del proyecto. Mientras la segunda fractura al sureste del SA mide 10.34 kilómetros.

Tabla IV. 15. Fallas y/o fracturas del área de estudio.

Entidad	Dirección	Des_bloque	Representa	Longitud	Distancia al área del proyecto
Fractura	Norte-sur	No aplica	Definida	13.24 km	7.42 km
Fractura	Norte-sur	No aplica	Definida	13.32 km	10.34 km

Fuente: Elaboración propia, datos INEGI Continuo Nacional escala 1:1 000 000 (Fallas y fracturas).

Fractura. Ruptura de la corteza terrestre acompañado o no de un desplazamiento relativo de los bloques rocosos.

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 durante un siglo. 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. El mapa que aparece en la siguiente imagen se generó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad (SGM, 2014).

La región de Oaxaca, comprendida entre los 15.00° y 18.50° de Latitud Norte y los 94.50° y 98.75° de Longitud Oeste, es una de las regiones con más alta sismicidad en México. Esta actividad sísmica está asociada al proceso de subducción de la Placa de Cocos por debajo de la Placa de Norteamérica. Este límite tectónico es conocido como la zona de subducción y es la zona donde se localizan aproximadamente el 85-90% de los sismos que ocurren en nuestro país. Del año 1974 a 1996, el Servicio Sismológico Nacional registró 27,533 sismos mayores de magnitud 2.5 grados Richter. De estos sismos 8,030 ocurrieron dentro del estado de Oaxaca, esto es aproximadamente 30% de los sismos registrados y localizados en nuestro país. En la tabla que se muestra más adelante, podemos observar que han ocurrido 21 eventos mayores de magnitud 7 dentro de los límites de Oaxaca. Algunos de estos ocurren en: 1903 (M=8.3), 1928(M=8, 7.5, 7.8, 7.4, 7.6, 1931 (M=8, gran desastre en la ciudad de Oaxaca), 1978 (M=7.8), por citar algunos cuantos.

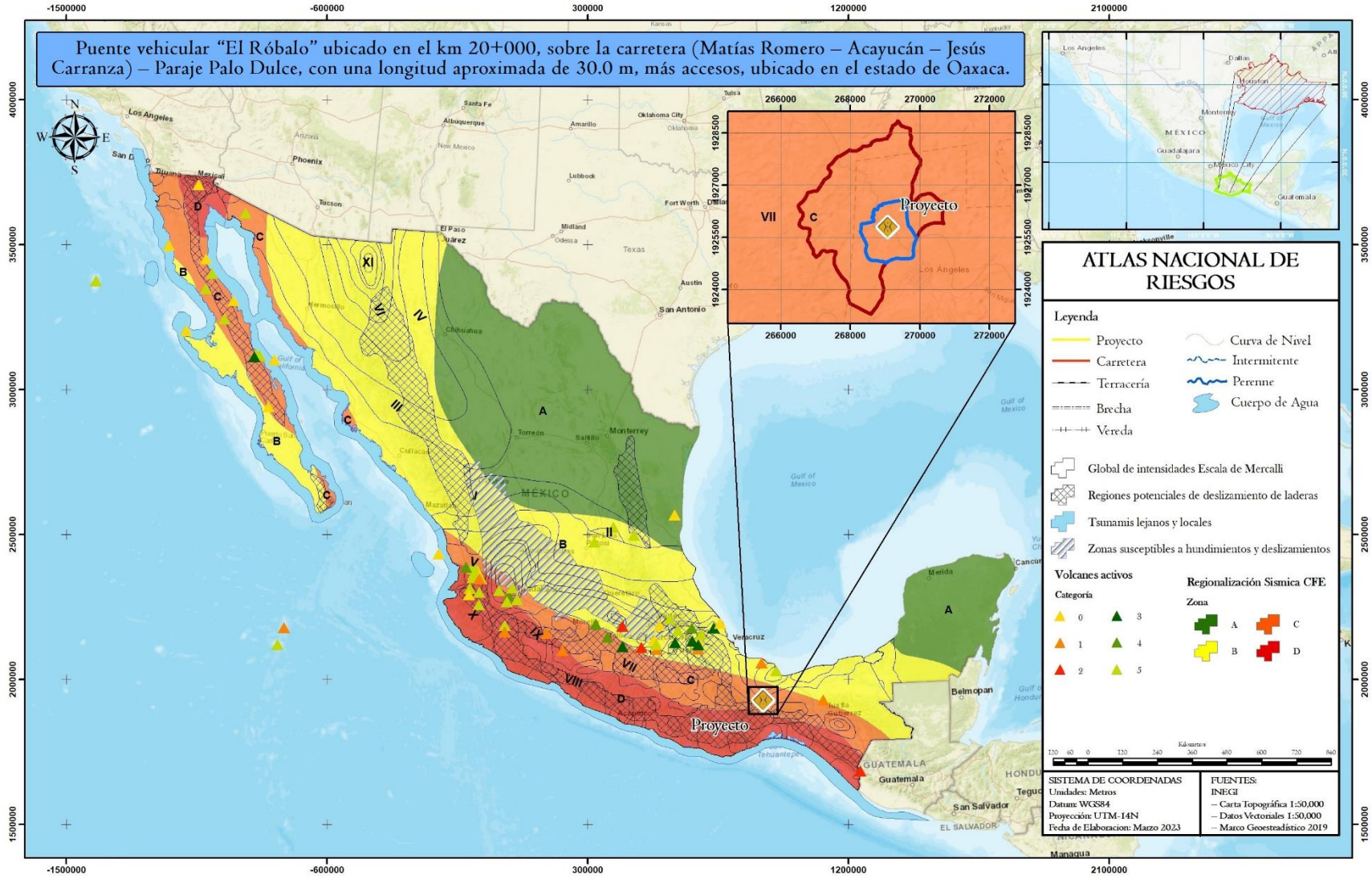
Como se puede observar en la siguiente imagen el trazo del proyecto, así como el SA se asientan sobre la zona C, en donde los sismos son de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad.

Tabla IV. 16. Regionalización sísmica según su aceleración de roca.

Aceleración máxima en roca, a_0^r (cm/s^2), correspondiente al nivel de referencia ER	Zona	Intensidad sísmica
$a_0^r \geq 200$	D	Muy Alta
$100 \leq a_0^r < 200$	C	Alta
$50 \leq a_0^r < 100$	B	Moderada
$a_0^r < 50$	A	Baja

Fuente: CFE 2015

Imagen IV. 24. Atlas Nacional de Riesgos.



Fuente: INEGI, 2020.

IV.2.2.1.4. SUELOS

Los suelos son el producto de la interacción, a través del tiempo, del material geológico, clima, relieve y organismos. En el estado de Oaxaca dominan las topoformas de sierras y lomeríos, que en conjunto constituyen aproximadamente el 80% y, junto con las condiciones climáticas, han tenido influencia en el intemperismo de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, para que a partir de la formación de sedimentos se haya dado lugar a la génesis de suelos jóvenes (litosoles, rendzinas y regosoles) en primer lugar, a suelos con desarrollo moderado (feozems, cambisoles, castañozems) en segundo y, en menor extensión, a suelos maduros (acrisoles, luvisoles, nitosoles). La vegetación ha contribuido con la aportación de materia orgánica para la formación suelos como feozems, rendzinas, castañozems y algunas subunidades húmicas de acrisoles y cambisoles.

Por lo anterior se considera que el intemperismo físico ha predominado sobre los procesos químicos y bioquímicos en la formación de los suelos. Algunos procesos formadores han sido la humificación de la materia orgánica para la formación de los horizontes mólicos y húmicos en suelos como los feozems, la formación de arcillas en horizontes superficiales y la posterior migración de ellas hacia horizontes más profundos para la formación del denominado horizonte argílico, como también en algunas áreas muy localizadas donde el estancamiento de agua en el interior del suelo y la acumulación de sales han ocasionado la formación de horizontes gléyicos y sálicos, respectivamente. En general, existen limitaciones por fases físicas (lítica, gravosa, pedregosa y petrocálcica) en 75.25% de los suelos en el estado y por fases químicas (salina, sódica y salino-sódica) en 1.12%, en tanto que los suelos profundos sin fase comprenden el 22.43%.

La textura media es la dominante en los 30 cm superficiales de los suelos, con 77.78%, mientras que la textura fina se encuentra en 12.01% y la gruesa sólo en 9.03%, por lo que se puede decir que usualmente tienen buen drenaje interno.

Con respecto a la fertilidad inherente que presentan los suelos, se puede considerar que son de fertilidad moderada, con excepción de los acrisoles, nitosoles y algunas subunidades dístricas y ferrálicas, que son de baja fertilidad pues han perdido muchos de sus constituyentes que son fundamentales para el desarrollo de las plantas cultivadas, y en algunos casos la presencia de un nivel freático muy superficial y la presencia de sales también limitan o impiden ese desarrollo.

Las unidades de suelo presentes en el estado, por orden de dominancia, son: Regosol, Litosol, Cambisol, Acrisol, Luvisol, Feozem, Rendzina, Vertisol, Solonchak, Castañozem, Nitosol, Fluvisol y Gleysol.

En el municipio de Matías Romero Avendaño dominan los suelos de tipo Acrisol (35.27%), Regosol (26.59%) y Cambisol (20.20%) de textura fina, media y media, respectivamente. Es necesario señalar, que el municipio cuenta con nueve tipos de suelo a lo largo de su superficie, sin embargo, seis de estos suelos una pequeña fracción del área municipal, estos representan un porcentaje menor al 10% por cada tipo. Los tipos de suelo junto con sus superficies y porcentajes que se encuentran dentro del municipio se pueden verificar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 17. Edafología presente en el municipio de Matías Romero Avendaño, Oaxaca.

Clave	Suelo 1	Sub suelo 1	Suelo 2	Sub suelo 2	Suelo 3	Sub suelo 3	Clase textura	Área (has)	Porcentaje (%)
Ao+Nd/3	Acrisol	órtico	Nitosol	dístrico			Fina	47872.18	35.27
Rd+Ah+I/2/L	Regosol	dístrico	Acrisol	húmico	Litosol		Media	36088.32	26.59
Be+Lc+Re/2/G	Cambisol	eútrico	Luvisol	crómico	Regosol	eútrico	Media	27421.12	20.20
Nd+Ah/3	Nitosol	dístrico	Acrisol	húmico			Fina	9640.26	7.10
Nd+Ao/3	Nitosol	dístrico	Acrisol	órtico			Fina	5613.57	4.14
Ao+Nd+Ah/3	Acrisol	órtico	Nitosol	dístrico	Acrisol	húmico	Fina	3932.80	2.90
Rc+I/2/L	Regosol	calcárico	Litosol				Media	3236.88	2.39
Re+Ao+Be/2/L	Regosol	eútrico	Acrisol	órtico	Cambisol	eútrico	Media	1896.89	1.40
Be+Re+Lc/2/L	Cambisol	eútrico	Regosol	eútrico	Luvisol	crómico	Media	15.91	0.01
TOTAL								135717.9	100.00%

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En el municipio de San Juan Cotzocón dominan los suelos de tipo Acrisol (61.83%) y Cambisol (27.39%) de textura fina y media, respectivamente. Es necesario señalar, que el municipio cuenta con seis tipos de suelo a lo largo de su superficie. Los tipos de suelo junto con sus superficies y porcentajes que se encuentran dentro del municipio se pueden verificar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 18. Edafología presente en el municipio de San Juan Cotzocón, Oaxaca.

Clave	Suelo 1	Sub suelo 1	Suelo 2	Sub suelo 2	Suelo 3	Sub suelo 3	Clase textura	Área (has)	Porcentaje (%)
Be+Lo/2	Cambisol	eútrico	Luvisol	órtico			Media	259.54	0.19
Vp+Lv/3	Vertisol	pélico	Luvisol	vírtico			Fina	3077.97	2.22
Be+Ag/3/G	Cambisol	eútrico	Acrisol	gléyico			Fina	11572.39	8.37
Be+Lc+Re/2/G	Cambisol	eútrico	Luvisol	crómico	Regosol	eútrico	Media	37892.21	27.39
Ao+Nd/3	Acrisol	órtico	Nitosol	dístrico			Fina	41708.90	30.15
Ao+Be+I/2	Acrisol	órtico	Cambisol	eútrico	Litosol		Media	43830.26	31.68
								138341.29	100

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En el Sistema Ambiental prevalecen los suelos acrisoles de textura fina. Los Acrisoles son un tipo de suelo que se encuentra comúnmente en regiones tropicales y subtropicales, y son muy característicos de las zonas de lluvia estacional. Se desarrollan a partir de rocas ricas en minerales de aluminio y hierro, y se caracterizan por su bajo contenido de materia orgánica y nutrientes. Estos suelos se desarrollaron en altitudes que fluctúan entre los 40 y los 80 msnm, en un clima Am cálido húmedo, que de manera conjunta permitieron el desarrollo de la selva alta perennifolia que, actualmente presenta un importante impacto a la vegetación original, además de una tendencia hacia el cambio de uso de suelo del forestal a zonas agropecuarias.

Los Acrisoles son suelos extremadamente ácidos, con un pH que suele ser inferior a 5.5. Debido a su baja capacidad para retener nutrientes y agua, estos suelos son generalmente poco productivos y no son adecuados para la agricultura. Además, los Acrisoles a menudo están sujetos a la erosión, lo que puede provocar la pérdida de la capa superior del suelo y la degradación del medio ambiente.

La textura de los Acrisoles puede variar, pero a menudo son suelos arenosos o arcillosos. Estos suelos suelen ser muy permeables, lo que significa que el agua se mueve fácilmente a través de ellos. También suelen ser muy densos y compactos debido a la alta cantidad de minerales de aluminio y hierro presentes en ellos.
Los tipos de suelo junto con sus superficies y porcentajes que se encuentran dentro del Sistema Ambiental se pueden verificar en la siguiente tabla e imagen:

Tabla IV. 19. Edafología presente en el Sistema Ambiental

Clave	Suelo 1	Sub suelo 1	Suelo 2	Sub suelo 2	Suelo 3	Sub suelo 3	Clase textura	Área (Has)	Porcentaje (%)
Ao+Nd/ 3	19035	Acrisol	órtico	Nitosol	dístrico		Fina	1173.64	100
								1173.64	100

Fuente: IUSS Grupo de Trabajo WRB., 2007.

En lo que se refiere al Área de Influencia del trazo del proyecto, se presentan de igual forma los suelos acrisoles de textura media con 203.02 hectáreas que representan el 100% del total. Estos datos se pueden corroborar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 20 Edafología presente en el Área de Influencias del proyecto

Clave	Suelo 1	Sub suelo 1	Suelo 2	Sub suelo 2	Suelo 3	Sub suelo 3	Clase textura	Área (Has)	Porcentaje (%)
Ao+Nd/ 3	Acrisol	órtico	Nitosol	dístrico			Fina	203.0242	100
TOTAL								203.0242	100

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

CLAVE PARA LOS GRUPOS DE SUELOS DE REFERENCIA (GSR).
La Clave para los GSR en la WRB deriva de la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo. La historia detrás de la Clave para la Unidades Principales de Suelos del Mapa de Suelos del Mundo revela que está basada principalmente en la funcionalidad; la Clave se concibió para derivar la clasificación correcta lo más eficientemente posible. La secuencia de Unidades. Principales de Suelos era tal que el concepto central de los principales suelos aparecía casi automáticamente especificando brevemente un número limitado de horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico.

La siguiente tabla proporciona una apreciación general y lógica para la secuencia de GSR en la Clave de la WRB. Los GSR se asignan a conjuntos sobre la base de *identificadores dominantes*, es decir los factores o procesos formadores de suelos que más claramente condicionan la formación del suelo. La secuencia miento de los grupos se hace de acuerdo con los siguientes principios:

1. Primero salen de la clave los suelos orgánicos para separarlos de los suelos inorgánicos (*Histosoles*).
2. La segunda diferencia principal en la WRB es reconocer la *actividad humana* como un factor formador de suelos, de ahí la posición de los *Antrosoles* y *Tecnosoles* después de los *Histosoles*, también parece lógico que sigan los recientemente introducidos Tecnosoles cerca del principio de la Clave, por las siguientes razones:
   - se puede separar suelos que no deberían tocarse (suelos tóxicos que deberían ser manipulados por expertos);
   - se obtiene un grupo homogéneo de suelos en *materiales extraños*;
   - los políticos y tomadores de decisiones que consulten la Clave van a encontrar inmediatamente estos suelos problemáticos.
3. Luego siguen los suelos con limitación severa para enraizamiento (*Criosoles* y *Leptosoles*).
4. Luego sigue un conjunto de GSR que están o han estado fuertemente influenciados por agua: *Vertisoles*, *Fluvisoles*, *Solonetz*, *Solonchaks* y *Gleysoles*.
5. El conjunto siguiente de suelos agrupa los GSR en los cuales la química del hierro (Fe) y/o aluminio (Al) juega un rol principal en su formación: *Andosoles*, *Podzoles*, *Plintosoles*, *Nitisoles* y *Ferralsoles*.
6. Luego sigue un conjunto de suelos con agua "colgada": *Planosoles* y *Stagnosoles*.

7. El agrupamiento siguiente comprende suelos que ocurren principalmente en regiones de estepa y tienen un suelo superficial rico en humus y alta saturación con bases: *Chernozems*, *Kastanozems* y *Phaeozems*.
8. El conjunto siguiente comprende suelos de regiones secas con acumulación de yeso (*Gipsisoles*), sílice (*Durisoles*) o carbonato de calcio (*Calcisoles*).
9. Luego sigue un conjunto de suelos con un subsuelo rico en arcilla: *Albeluvisoles*, *Alisoles*, *Acrisoles*, *Luvisoles* y *Lixisoles*.
10. Finalmente se agrupan suelos relativamente jóvenes con muy poco o ningún desarrollo de perfil, o arenas muy homogéneas: *Umbrisoles*, *Arenosoles*, *Cambisoles* y *Regosoles*.

Tabla IV. 21. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.

1. Suelos con gruesas capas orgánicas:	Histosoles
2. Suelos con fuerte influencia humana	
Suelos con uso agrícola prolongado e intensivo:	Antrosoles
Suelos que contienen muchos artefactos:	Tecnosoles
3. Suelos con enraizamiento limitado debido a permafrost o rocosidad somera	
Suelos afectados por hielo:	Criosoles
Suelos someros o extremadamente gravillosos:	Leptosoles
4. Suelos influenciados por agua	
Condiciones alternadas de saturación-sequía, ricos en arcillas expandibles:	Vertisoles
Planicies de inundación, marismas costeras:	Fluvisoles
Suelos alcalinos:	Solonetz
Enriquecimiento en sales por evaporación:	Solonchaks
Suelos afectados por agua subterránea:	Gleysoles
5. Suelos regulados por la química de Fe/Al	
Alofano o complejos Al-humus:	Andosoles
Queluviación y quiluviación:	Podzoles
Acumulación de Fe bajo condiciones hidromórficas:	Plintosoles
Arcilla de baja actividad, fijación de P, fuertemente estructurado:	Nitisoles
Dominancia de caolinita y sesquióxidos:	Ferralsoles
6. Suelos con agua estancada	
Discontinuidad textural abrupta:	Planosoles
Discontinuidad estructural o moderadamente textural:	Stagnosoles
7. Acumulación de materia orgánica, alta saturación con bases	
Típicamente mólico:	Chernozems
Transición a clima más seco:	Kastanozems
Transición a clima más húmedo:	Phaeozems
8. Acumulación de sales menos solubles o sustancias no salinas	
Yeso:	Gipsisoles
Sílice:	Durisoles
Carbonato de calcio:	Calcisoles
9. Suelos con subsuelo enriquecido en arcilla	
Lenguas albelúvicas:	Albeluvisols
Baja saturación con bases, arcillas de alta actividad:	Alisoles
Baja saturación con bases, arcillas de baja actividad:	Acrisols
Alta saturación con bases, arcilla de alta actividad:	Luvisols
Alta saturación con bases, arcilla de baja actividad:	Lixisoles
10. Suelos relativamente jóvenes o suelos con poco o ningún desarrollo de perfil	
Con suelo superficial oscuro acídico:	Umbrisols

Suelos arenosos:	Arenosols
Suelos moderadamente desarrollados:	Cambisoles
Suelos sin desarrollo significativo de perfil:	Regosoles

Fuente: IUSS Grupo de Trabajo WRB., 2007.

EL NIVEL DE CALIFICADOR.

En la WRB se distingue entre calificadores típicamente asociados, intergrados y otros calificadores. Los calificadores típicamente asociados se refieren en la Clave al GSR particular, por ejemplo, Hidrágrico o Plágico para los Antrosoles. Los calificadores intergrados son aquellos que reflejan criterios de diagnóstico importantes de otro GSR. La Clave de la WRB dicta la elección del GSR y en ese caso, el calificador intergrado proporciona el puente hacia otro GSR. Otros calificadores son aquellos que no están típicamente asociados y no transicionan hacia otro GSR. Este grupo refleja características 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 calificadores 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 (ver más abajo). 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 texturales, incluyendo fragmentos gruesos; (7) calificadores relacionados con color; y (8) calificadores restantes.

En lo que se refiere al trazo del proyecto se presentan suelos regosoles en toda la superficie, este suelo se describe a continuación:

DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE SUELO EN EL TRAZO DEL PROYECTO.

Grupo I (Ao)

Acrisol órtico

Son suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas muy lluviosas como las sierras orientales de Oaxaca, llanura costera veracruzana, sierra lacandona y Altos de Chiapas. En condiciones naturales tienen vegetación de selva o bosque. Se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el subsuelo, por sus colores rojos, amarillos o amarillos claros con manchas rojas, muy ácidos y pobres en nutrientes. En México se usan en la agricultura con rendimientos muy bajos, salvo los fruta- les tropicales como cacao, café o pina, en cuyo caso se obtienen rendimientos de medios a altos; también se usan en la ganadería con pastos inducidos o cultivados; sin embargo, el uso más adecuado para la conservación de estos suelos es el forestal. Son moderadamente susceptibles a la erosión y su símbolo en la carta es (A).

Grupo II (Nd)

Nitosol districo

En México se localizan principalmente en los Carsos de Yucatán y Campeche que son regiones cálidas y con vegetación natural de selva. Los Nitosoles son suelos de color rojizo muy brillante y enriquecidos de arcilla en todo su espesor, por lo menos hasta 150 cm de profundidad. Son suelos muy profundos, pero con una capa superficial muy delgada de color oscuro, donde la parte orgánica está bien mezclada con la parte mineral. Su fertilidad natural es alta. En las costas de Nayarit se destinan al cultivo del tabaco y mediante pastizales inducidos dan buenos resultados en la cría de bovinos. Sin embargo, su uso óptimo es el forestal pues conserva mejor la potencialidad

natural de estos suelos. Tienen susceptibilidad a la erosión de baja a moderada y el símbolo para su representación cartográfica es (N).

En las siguientes fotografías se pueden observar distintos cortes presentes a lo largo del trazo del proyecto, en ellos se aprecia el tipo de suelo Acrisol.

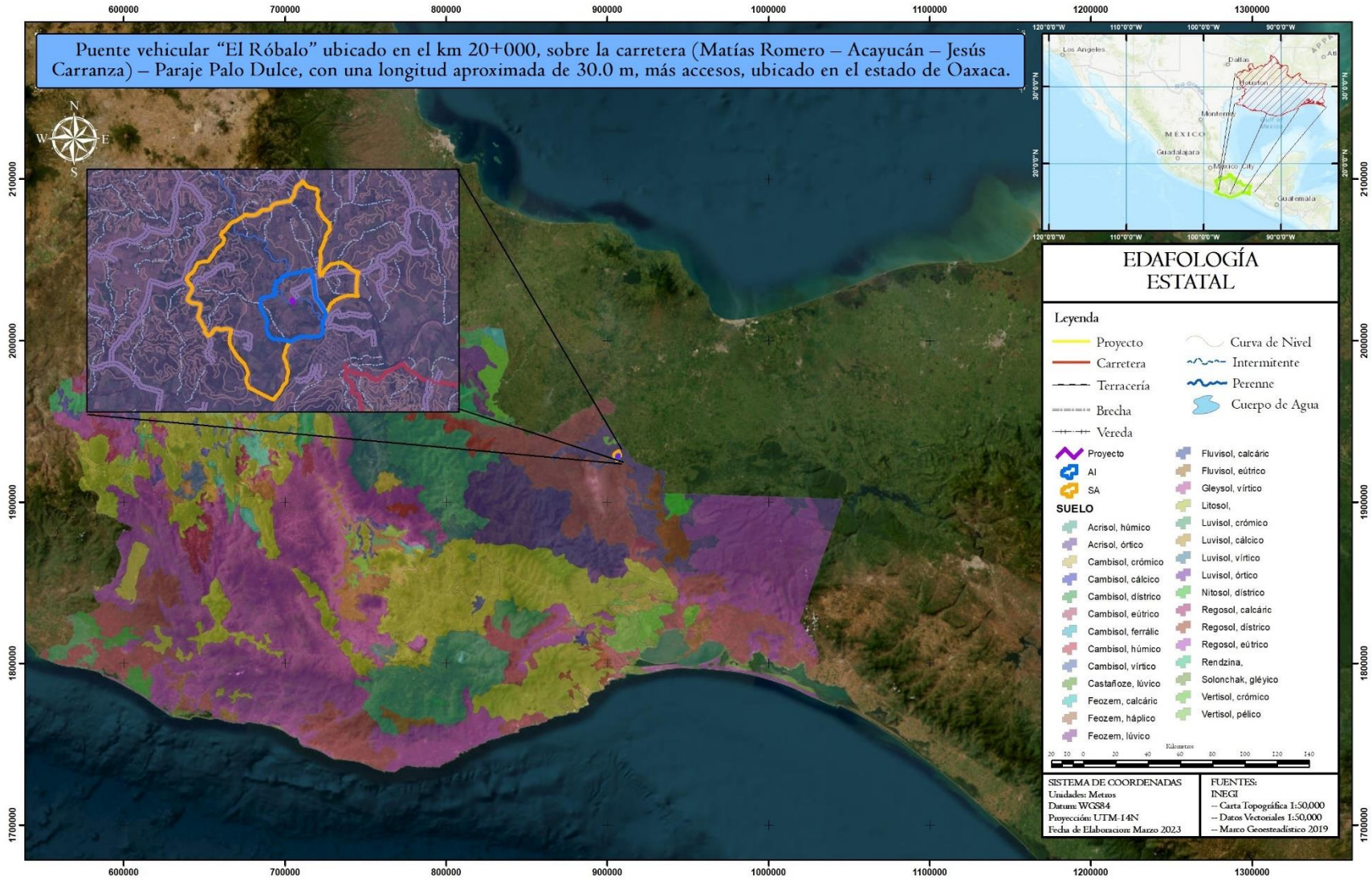
Imagen IV. 25. Suelos presentes en el trazo del proyecto



Los suelos dominantes que se desarrollan en el trazo del proyecto son los de tipo Acrisoles, como se puede apreciar en las imágenes capturadas en campo.

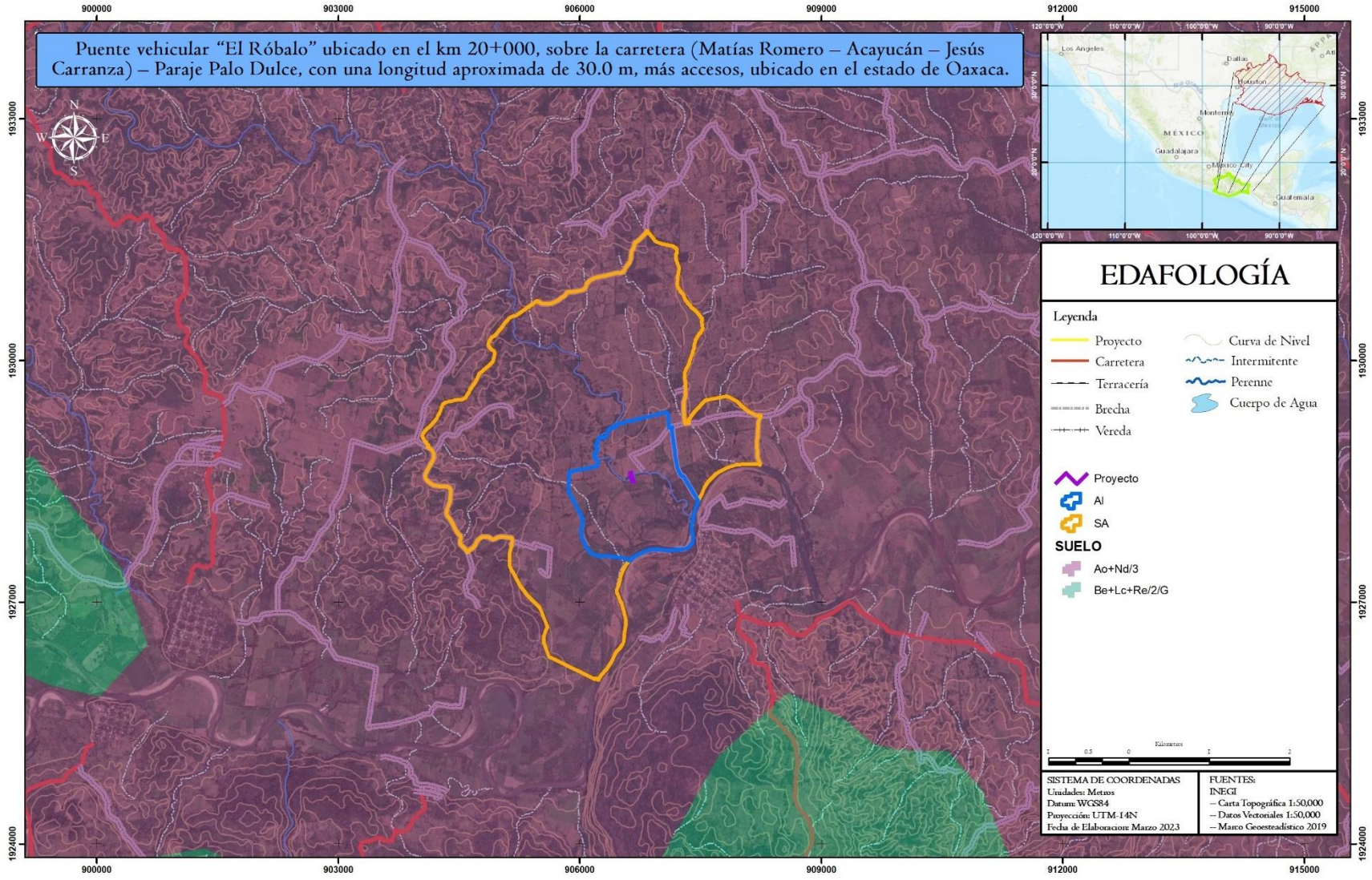
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 26. Edafología del Estado de Oaxaca.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 27. Edafología del Sistema Ambiental



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

IV.2.2.1.5. AGUA

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 presenta características similares en su drenaje.

En el estado de Oaxaca se presentan serios contrastes en la disponibilidad regional y temporal del recurso agua, regiones como la Cañada y la Mixteca registran valores raquíticos de precipitación, que no facilitan la acumulación de agua en grandes cantidades; en cambio, en las sierras Mazateca, Juárez, Madre del Sur y Atravesada, se reportan algunas de las láminas de lluvia más altas del país. El balance general del estado en relación con los volúmenes utilizados contra los escurrimientos y disponibilidad en los acuíferos es positivo; el problema radica en la distribución superficial y temporal del recurso, ya que dentro del estado no se cuenta con la adecuada infraestructura para el almacenamiento estratégico y posterior distribución; la abrupta topografía del territorio oaxaqueño no facilita el almacenamiento natural del agua, sea éste en el subsuelo o superficialmente. Como ya se mencionó, en diversas porciones se registran precipitaciones altas que, con apropiada infraestructura y óptimos planes de aprovechamiento, podrían satisfacer las demandas futuras más urgentes de la entidad; otra de las necesidades apremiantes es conocer la disponibilidad real en los diferentes acuíferos y cuencas, la calidad del agua, así como saber cuándo se requiere de un saneamiento de los sistemas; para realizar todo lo anterior, es necesario el desarrollo de adecuadas redes de medición volumétrica y de calidad de agua. Dentro del estado es apremiante conocer la evolución de los acuíferos de los Valles Centrales (Etla, Tlacolula y Zimatlán), ya que son la principal fuente de abastecimiento de agua de la mayor concentración poblacional dentro del estado de Oaxaca.

Matías Romero Avendaño pertenece a la Región Hidrológica Coatzacoalcos. Asimismo, el municipio pertenece a la Cuenca Hidrológica RH29B R. Rio Coatzacoalcos, la cual abarca toda la superficie municipal. Además de ello el municipio se encuentra dentro de las Subcuencas Hidrológicas del RH29Bg R. Palo Grande con 31,21% de la superficie municipal, le siguen la RH29Ba R. Coatzacoalcos con 29,61%, la RH29Bh R. Tolosa con 18,54%, RH29Bd R. Jaltepec que alcanza un 14,06% y por último la subcuenca RH29Bi R. Chachijapa con 6,58% del territorio municipal.

Tabla IV. 22 Regiones hidrológicas en el municipio de Matías Romero, Oaxaca

Región hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Porcentaje (%)
RH29 Coatzacoalcos	RH29B Río Coatzacoalcos	RH29Bg R. Palo Grande	31.21%
		RH29Ba R. Coatzacoalcos	29,61%
		RH29Bh R. Tolosa	18,54%
		RH29Bd R. Jaltepec	14,06%
		RH29Bi R. Chachijapa	6,58%
Total			100%

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

San Juan Cotzocón pertenece a las Regiones Hidrológicas Papaloapan y Coatzacoalcos. Asimismo, el municipio pertenece a las Cuencas Hidrológicas RH28A R. Papaloapan con 54.55% de la superficie municipal y RH29B R. Coatzacoalcos con 45.45% del territorio municipal. Además de ello el municipio se encuentra dentro de las Subcuencas Hidrológicas RH28Ao R. Trinidad con 54.55% y la RH29Bd R. Jaltepec que alcanza un 45.45%% y del territorio municipal.

Tabla IV. 23 Regiones hidrológicas en el municipio de San Juan Cotzocón, Oaxaca

Región hidrológica	Porcentaje (%)	Cuenca	Porcentaje (%)	Subcuenca	Porcentaje (%)
RH29 Coatzacoalcos	45.45%	RH29B Río Coatzacoalcos	45.45%	RH29Bd R. Jaltepec	45.45%
RH28 Papaloapan	54.55%	RH28A Río Papaloapan	54.55%	RH28Ao R. Trinidad	54.55%
Total	100%		100%		100%

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

El Sistema Ambiental y el Área de Influencia del trazo del proyecto se encuentran inmersos a la Cuenca Hidrológica del Río Coatzacoalcos, además de a la Subcuenca de R. Jaltepec. Además, el Sistema Ambiental limita al sur con la corriente del Rio Jaltepec, siendo este donde desemboca el cauce que atravesará el puente del presente proyecto.

Tabla IV. 24 Regiones hidrológicas en el municipio de San Juan Cotzocón, Oaxaca

Región hidrológica	Porcentaje (%)	Cuenca	Porcentaje (%)	Subcuenca	Porcentaje (%)
RH29 Coatzacoalcos	100%	RH29B Río Coatzacoalcos	100%	RH29Bd R. Jaltepec	100%
Total	100%		100%		100%

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

CUENCA RÍO COATZACOALCOS (B)

La Cuenca del Río Coatzacoalcos es una de las cuencas hidrográficas más importantes de México, que se encuentra en el estado de Veracruz, en la región sureste del país. Con una superficie de alrededor de 23,400 km², esta cuenca abarca un territorio que se extiende desde las montañas de la Sierra Madre Oriental hasta el Golfo de México.

El Río Coatzacoalcos, que nace en la Sierra Madre Oriental, es el principal cuerpo de agua de la cuenca, y tiene una longitud de más de 200 km antes de desembocar en el Golfo de México. Además del Río Coatzacoalcos, la cuenca cuenta con otros ríos importantes como el Tonto, el Blanco y el Uxpanapa, que son afluentes del Río Coatzacoalcos.

La cuenca hidrográfica del Río Coatzacoalcos se caracteriza por tener una gran diversidad de paisajes y ecosistemas, desde las montañas de la Sierra Madre Oriental hasta las zonas costeras del Golfo de México. En las zonas montañosas, se pueden encontrar bosques templados y subtropicales, mientras que en las zonas bajas predominan la selva tropical y los manglares.

La actividad económica en la cuenca del Río Coatzacoalcos es muy diversa, y va desde la producción de petróleo y gas natural, hasta la agricultura y la pesca. La cuenca cuenta con importantes yacimientos de petróleo y gas natural, lo que ha convertido a esta región en uno de los principales polos petroquímicos de México. Además, la cuenca también es importante para la producción de caña de azúcar, maíz, arroz y ganado bovino. La pesca también es una actividad económica importante en las zonas costeras de la cuenca.
La cuenca del río Coatzacoalcos se encuentra ubicada en el estado de Veracruz, en la región sureste de México. Limita al norte con la cuenca del río Pánuco, al este con el Golfo de México, al sur con la cuenca del río Tehuantepec, y al oeste con las cuencas de los ríos Papaloapan y Tonalá.

Al norte, la cuenca del río Coatzacoalcos limita con la cuenca del río Pánuco, que es la cuenca hidrográfica más grande del estado de Veracruz. Las montañas de la Sierra Madre Oriental separan estas dos cuencas hidrográficas.

Al este, la cuenca del río Coatzacoalcos limita con el Golfo de México, que es la principal fuente de agua dulce de la cuenca. El río Coatzacoalcos desemboca en el Golfo de México, y las zonas costeras de la cuenca son importantes para la pesca y la acuicultura.

Al sur, la cuenca del río Coatzacoalcos limita con la cuenca del río Tehuantepec, que se encuentra en el estado de Oaxaca. Las montañas de la Sierra Madre de Oaxaca separan estas dos cuencas hidrográficas.

Al oeste, la cuenca del río Coatzacoalcos limita con las cuencas de los ríos Papaloapan y Tonalá, que también se encuentran en el estado de Veracruz. Estas cuencas están separadas de la cuenca del río Coatzacoalcos por las montañas de la Sierra Madre Oriental.

En resumen, la cuenca del río Coatzacoalcos limita al norte con la cuenca del río Pánuco, al este con el Golfo de México, al sur con la cuenca del río Tehuantepec, y al oeste con las cuencas de los ríos Papaloapan y Tonalá.

Asimismo, el Sistema Ambiental presenta diversas corrientes de agua, la mayoría de carácter intermitente, esto es se trata de intermitentes que gran parte de ellos alimentan a un cauce de condición perenne que a su vez alimenta el Rio Jaltepec, distribuidos en toda la superficie del Sistema Ambiental. Amén de que, el Sistema Ambiental está delimitado por el Río Jaltepec y sus derivados en su parte sur y norte.

En seguida se muestran las imágenes y fotografías durante la visita de campo del trazo del proyecto:

Imagen IV. 28. Fotografías de la corriente en el sitio del proyecto.



Vista de la corriente



Vista de la corriente



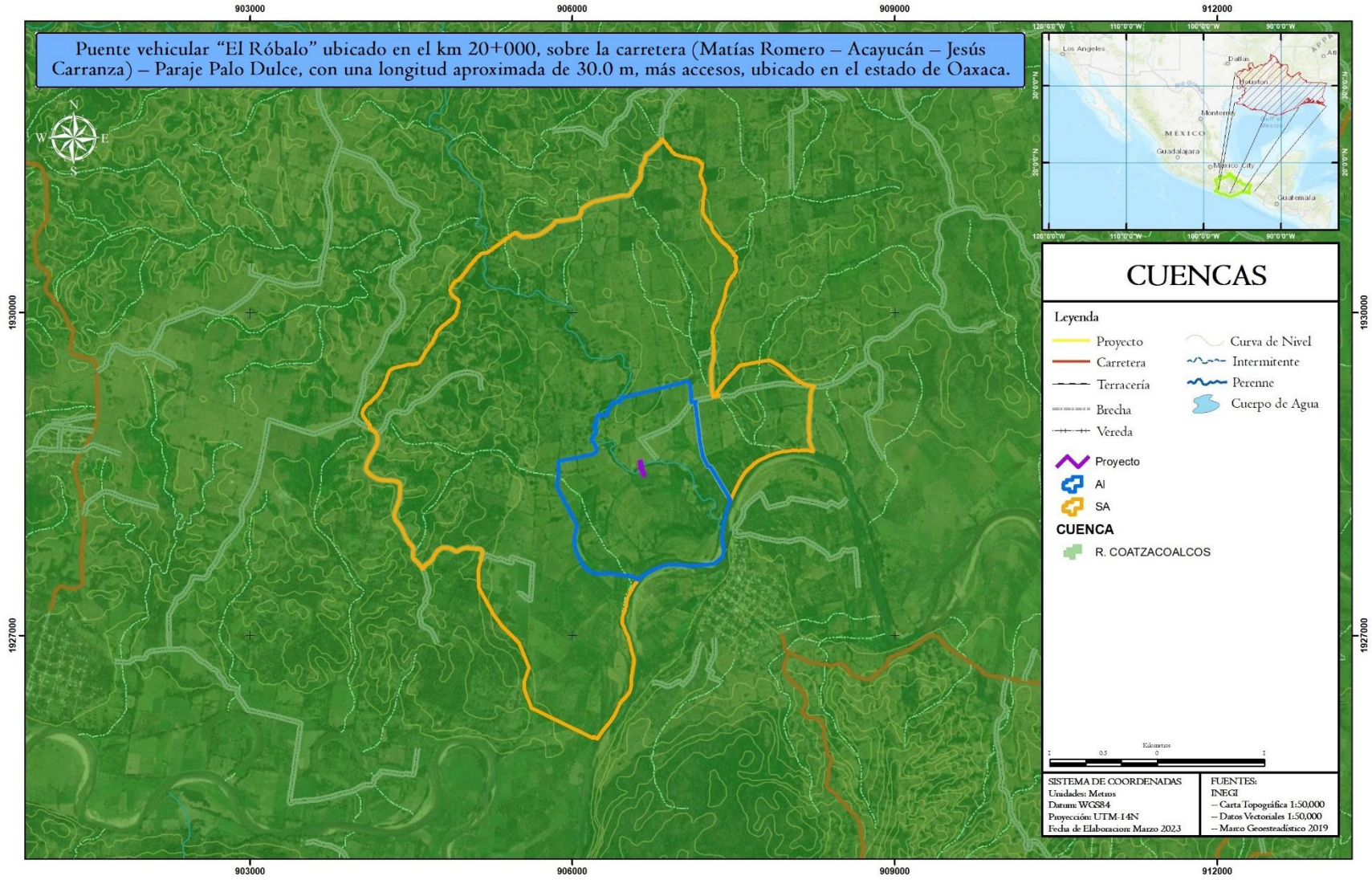
Vista aérea de la corriente



Vista aérea de la corriente

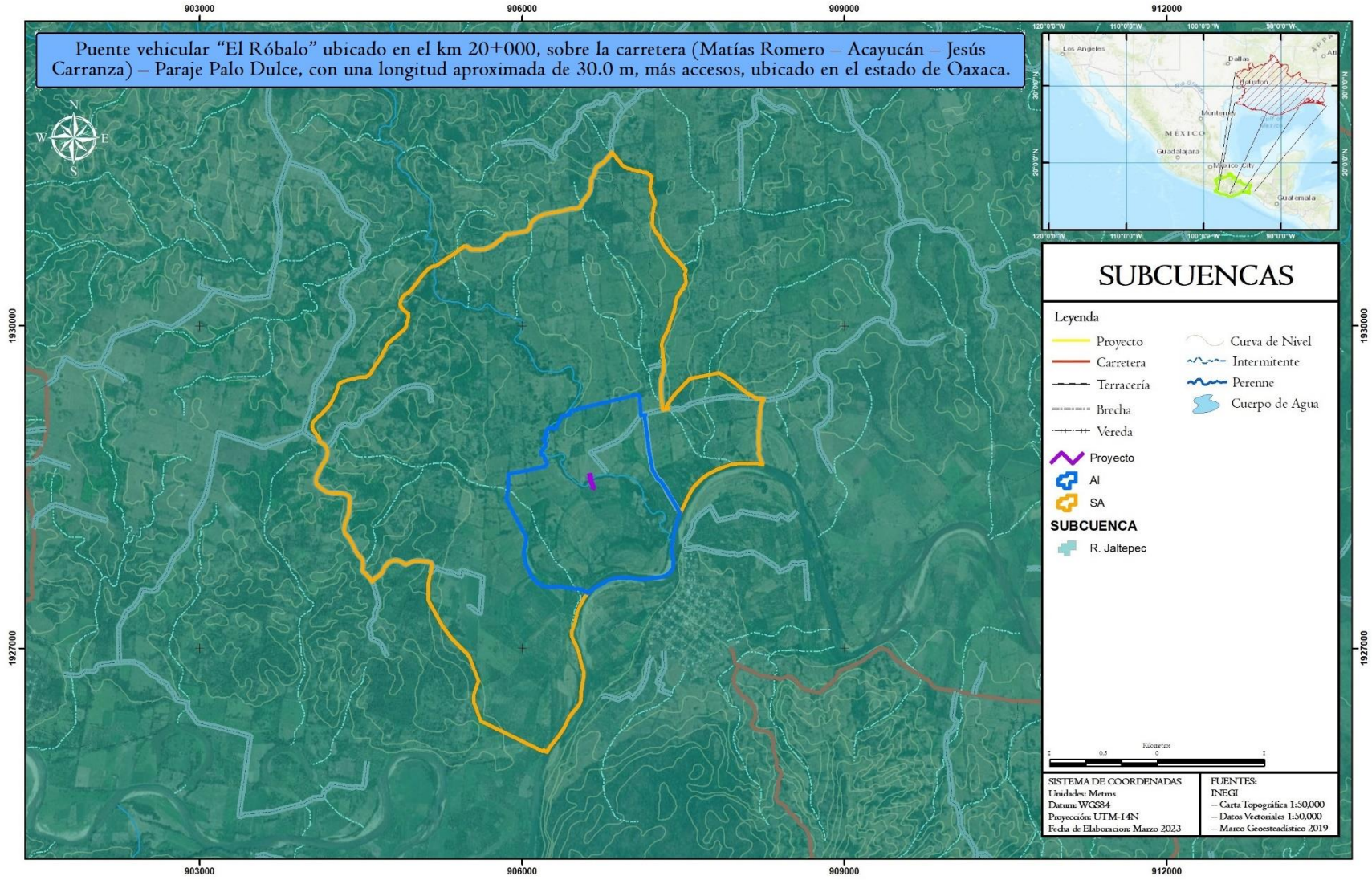
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 29. Cuencas Hidrológicas del Proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 30. Subcuencas Hidrológicas del Proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

De acuerdo con el Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) el trazo del proyecto atraviesa en 1 ocasiones por un cauce permanente, este cauce se trata del Río El Róbalo, este punto de intersección se puede observar en la siguiente tabla e imagen. Por ello se realiza un análisis en el SIATL para la microcuenca.

Tabla IV. 25. Intersecciones del trazo del proyecto con los cauces.

Intersección	Cauce	Universal Transversal de Mercator		Coordenadas Geográficas	
		X	Y	Longitud	Latitud
01	Perenne	269070,40	1925791,10	95° 10' 25.7" W	17° 24' 21.9" N

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

INTERSECCIÓN CON CAUCE PERENNE

El puente es transversal a un cauce perenne. Éste es un cuerpo de agua de caudal perenne afluente. Este cauce corre de noroeste a sureste hasta descargar sus aguas. Como se muestra en la imagen la cuenca en estos puntos de intersección tiene una superficie de 104.97 Km^2.

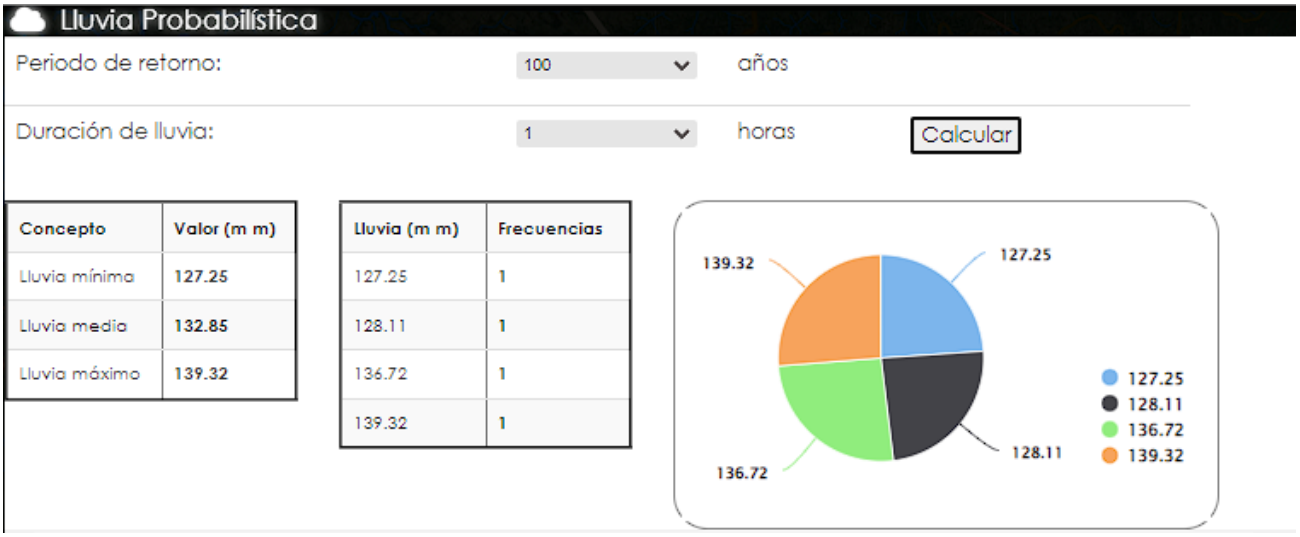
Imagen IV. 31. Cuenca para el Río El Róbalo.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Una vez delimitada la superficie de la microcuenca estamos en condiciones de desarrollar una modelación de lluvia extraordinaria de 24 h 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 132.85 mm como se muestra en el gráfico.

Imagen IV. 32. Modelación de lluvia.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

A partir de esta información aplicamos el "Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas" SIATL y obtenemos 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 cauce intermitente a lo largo de sus 21,909 metros de cauce:

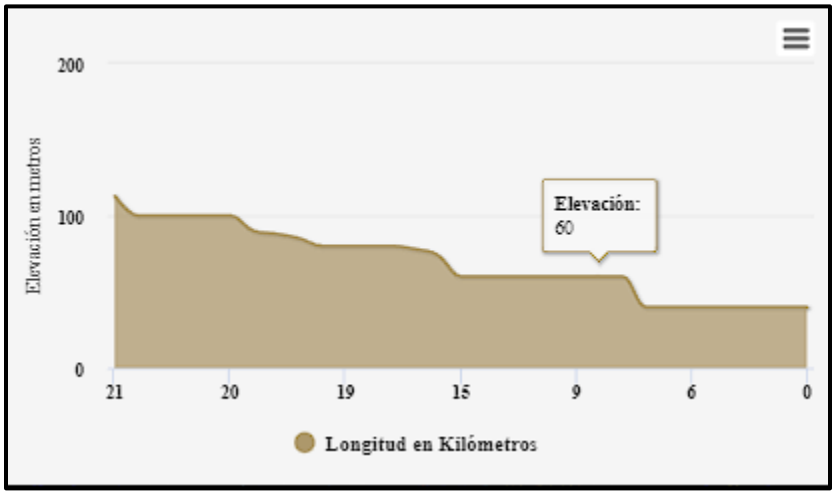
Tabla IV. 26. Índices morfométricos.

ÍNDICE MORFOMÉTRICO	RESULTADO
Elevación máxima	113 m
Elevación media	76 m
Elevación mínima	40 m
Longitud	21909 m
Pendiente media	0.3331 %
Tiempo de concentración	372.89 (min)
Área drenada	104.97 km2
Perido de Retorno	100 años
Coeficiente de Escurrimiento	.15
Lluvia	132.85 mm
Intensidad de Lluvia	21.39 mm/h
Caudal pico	93.55 m³/s

Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Para esta microcuenca el perfil de elevaciones graficado nos muestra como a lo largo de sus 21,909 metros de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 113 msnm hasta los 40 msnm, con un caudal pico igual a 93.55 m3/s en 372.89 minutos con una pendiente media igual a 0.33%, lo cual significa un considerable volumen de agua para la zona de confluencia del trazo del proyecto, con el cauce. Por ello la necesidad de la construcción del presente puente vehicular con la finalidad de no interrumpir el presente cauce de la corriente intermitente.

Imagen IV. 33. Perfil de Elevaciones del Cauce.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Hidrología subterránea.
El Área de Influencia del trazo del proyecto, tanto como el Sistema Ambiental pertenecen a un acuífero, esto es al acuífero Coatzacoalcos (2013).

El acuífero Coatzacoalcos, definido con la clave 2013 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción nororiental del estado de Oaxaca, entre los paralelos 16° 54' y 17° 32' de la latitud norte y los meridianos 93° 59' y 95° 44' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 9,651 km2.

Limita al norte con los acuíferos Cuenca Río Papaloapan y Costera de Coatzacoalcos, pertenecientes al estado de Veracruz; al este con Cintalapa, perteneciente al estado de Chiapas; al sur con los acuíferos Ostuta y Tehuantepec; al oeste y noroeste con Tuxtepec, todos ellos pertenecientes al estado de Oaxaca.

Geopolíticamente comprende totalmente los municipios, San Juan Mazatlán, San Juan Guichicovi, Matías Romero, Santa María Petapa, Santo Domingo Tehuantepec, El Barrio de La Soledad y Santiago Ixcuintepec; parcialmente los municipios San Juan Cotzocón, San Lucas Camotlán, San CarlosYautepec, Santiago Lachiguiri, Guevea de Humboldt, Santa María Guienegati, Santo Domingo Chihuitán, Asunción Ixtaltepec, San Miguel Chimalapa y Santa María Chimalapa.

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:

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS \quad ---- \quad (3)$$

Donde:
DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica.
R = Recarga total media anual.
DNCOM = Descarga natural comprometida.
VCAS = Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA.
Disponibilidad de Aguas Subterráneas (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.

$$DMA = R – DNC – VEAS$$

$$DMA = 258.3– 63.0 – 2.862180$$

$$DMA = 192.437820 \text{ hm}^3/\text{año}$$

La cifra indica que existe un volumen adicional de 192'437,820 m³ anuales para otorgar nuevas concesiones.

IV.2.2.1.6. AIRE

La contaminación atmosférica es el riesgo ambiental que más impacta a la salud de la población en el mundo, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS). Tan sólo en 2015, el deterioro de la calidad del aire estuvo relacionado con 6.5 millones de muertes en el mundo y con al menos 19 087 muertes en México, donde el costo estimado de estos eventos fue de 396 639 millones de pesos (MXN). En el estado de Oaxaca, la evaluación de impactos en salud realizada para el ProAire 2019-2028 estima que reducir las concentraciones de partículas en la ZMCO cumpliendo los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud podría evitar hasta 224 muertes prematuras atribuibles a la contaminación del aire. Mientras que, con los estándares actuales de las NOM, solo se logran evitar 29 muertes prematuras.

En el estado de Oaxaca, como en otras zonas del país, la contaminación del aire es ocasionada por una amplia diversidad de fuentes de emisión, clasificadas convencionalmente como móviles (sobre todo, vehículos particulares), fijas (establecimientos industriales), de área (comercios y servicios) y naturales (biogénicas). Los recursos naturales de Oaxaca influyen en la calidad atmosférica y se ven afectados por los contaminantes que las actividades económicas emiten al ambiente.

El inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera es uno de los elementos base para la gestión de la calidad del aire, a través de éstos se conoce el tipo y cantidad de contaminantes que son emitidos al aire por los diferentes sectores o categorías.

Los inventarios de emisiones están constituidos por las siguientes fuentes:

- Fuentes fijas, que están integradas por el sector industrial. El análisis de esta fuente lo integran establecimientos de jurisdicción federal y de giro estatal, todas en materia de atmósfera.

- Fuentes móviles, relacionadas con los vehículos automotores. Las categorías de emisión estimadas en el inventario para móviles carreteras son: motocicletas, automóvil, camioneta, pick up, veh <3 ton, veh >3 ton, autobús y tractocamión. Móviles no carreteros: aviación y servicios auxiliares, embarcaciones marinas, locomotoras, maquinaria agrícola y maquinaria de la construcción.

• Fuentes de área, para este inventario se estimaron emisiones de 30 categorías, algunas de ellas son: cocción de alimentos en casa habitación, uso de solventes, actividades ganaderas, agrícolas, incendios forestales, entre otras.

• Fuentes naturales, relacionadas con las emisiones biogénicas, provenientes del proceso de la fotosíntesis de las plantas, y aquellas emisiones que no dependen de la actividad del hombre, así como las emisiones erosivas.

La calidad del aire en una zona determinada, además de ser afectada por elementos climáticos y geográficos, está relacionada directamente con el volumen y características a la atmósfera. El aire es un factor esencial para la vida, donde se encuentran presentes una diversidad de partículas y compuestos químicos provenientes de los procesos industriales, vehículos automotores, quemas agrícolas, combustión de basura y llantas, así como la erosión de los suelos representa una amenaza para la salud de la población, y este factor contribuye en forma importante al incremento de la morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer, así como un alto costo en atención médica, días laborables perdidos y admisiones hospitalarias por enfermedad, convirtiéndose en una de las principales preocupaciones en muchas ciudades del mundo (Cohen, 2004). Asimismo, en lo que respecta al resto de las interacciones del proyecto con el ambiente, se pretende dar cumplimiento a lo establecido por la normatividad aplicable, en materia de emisiones a la atmósfera de gases de combustión por vehículos a gasolina y diésel (NOM-041SEMARNAT -1993, NOM-042-SEMARNAT -2003, NOM-045-SEMARNAT1993, respectivamente), de generación de polvos (NOM-024-SSA11993) Y generación de ruido (NOM-OSO-SEMARNAT-1994) por fuentes móviles.

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.

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 IV. 27. 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 h tomado como el máximo en un periodo de 1 año
MONÓXIDO DE CARBONO	11 ppm Promedio móvil de 8 h.	1 vez al año
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES	210 µg/m^3 Percentil 98 promedios de 24 h	75 µg/m^3 Media aritmética anual
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS DE FRACCIÓN RESPIRABLE PM-10	75 µg/m^3 Promedio de 24 h	40 µg/m^3 Media aritmética anual
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS DE FRACCIÓN RESPIRABLE PM2.5	45 µg/m^3 Percentil 98 promedios de 24 h	12 µg/m^3 Media aritmética anual
BIÓXIDO DE AZUFRE	0.11 ppm Promedio de 24 h 1 vez al año	0.025 ppm Media aritmética anual
BIÓXIDO DE NITRÓGENO	0.21 ppm Promedio de 1 h	1 vez al año

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Tabla IV. 28. Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA).

Advertencia sanitaria por PM2.5	
	Calidad el aire: Buena Intervalo de concentración ≤15 PM2.5 Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre, Aunque el intervalo de concentración de micropartículas es menor que 15 PM2.5, tales centros de hospitalidad y convivencia están sobre el máximo de 10 PM2.5 que la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece
	Calidad el aire: Regular Intervalo de concentración 15-40 PM2.5 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 PM2.5 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 PM2.5 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 PM2.5 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

De acuerdo con el inventario de emisiones a la atmósfera realizado para el año 2016, la principal fuente de emisión en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Oaxaca (ZMCO) son las fuentes móviles, mientras que, en el municipio de Salina Cruz, son las fijas: las industrias federales del petróleo y petroquímica, con un alto aporte de dióxido de azufre (SO2) y partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5). Por otra parte, en el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, las fuentes fijas de jurisdicción local (ingenios azucareros pertenecientes a la industria de alimentos y bebidas) tienen una contribución importante de PM10 y PM2.5.

Los resultados obtenidos durante este estudio señalan que en el estado de Oaxaca se generan anualmente 53,468 toneladas de PM10, 44 950 de PM2.5, 102 726 de dióxido de azufre (SO2), 401 965 de monóxido de carbono (CO), 162,369 de óxidos de nitrógeno (NOx), 2 322 185 de compuestos orgánicos volátiles (COV) y 65 149 de amoniaco (NH3).

Debido al aumento en el número de fuentes por actividad antropogénica en el estado, resultado del acelerado crecimiento poblacional de Oaxaca, el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca (IEEDS), decidió elaborar en 2014 el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) de la ZMCO. La intención de éste era controlar y reducir los niveles de emisiones contaminantes del aire mediante desarrollo e implementación de medidas y acciones que van desde la regulación de una fuente emisora hasta la participación ciudadana a partir de concientización en materia de calidad del aire.
Cabe señalar que, en el estado de Oaxaca, sólo la ZMCO cuenta con monitoreo (cuya primera estación fija de monitoreo atmosférico opera desde abril de 2013), es decir el municipio y la zona del SA no cuenta con registros en la Calidad del Aire. Sin embargo, se puede concluir que para la zona del proyecto se puede concluir que se tiene una calidad del aire buena. Lo cual obedece a que dentro de la zona no se presenta tráfico importante o de consideración de vehículos automotores con emisión de gases en ocasiones eventuales.

IV.2.2.2 MEDIO BIÓTICO

IV.2.2.2.1 VEGETACIÓN

METODOLOGÍA.

El método utilizado para caracterizar las condiciones biológicas del SA se agrupó en trabajos de gabinete y campo.

1. TRABAJOS DE GABINETE. - Previo a la salida de campo, se recopiló y consultó la bibliografía disponible sobre las características bióticas y abióticas de la región, así como los tipos de vegetación. Mediante la búsqueda de información en literatura especializada, se analizaron los datos sobre la distribución de especies de plantas, así como la composición florística de los diversos ecosistemas presentes en el SA, con la finalidad de identificar y definir qué especies se consideran en algún "STATUS", de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, se utilizó la cartografía disponible para delimitar con precisión la zona de estudio. Se ubicaron los poblados, caminos y tipos de vegetación dentro del Sistema Ambiental, así mismo se utilizó la cartografía y nomenclatura empleada por el INEGI y CONABIO. Se ubicaron puntos de muestreo en el mapa, determinando sus coordenadas geográficas, para que la brigada de campo pudiera acceder a ellos mediante el apoyo de un GPS.

2. TRABAJO DE CAMPO. - Se realizaron recorridos de campo con la finalidad de conocer las condiciones del SA, Área de Influencia y Área del proyecto, por lo que se realizó un muestreo directamente sobre estas superficies (ver mapa de los sitios de muestreo), el cual se llevó a cabo el registro de las especies vegetales más cercanas a este, utilizando la técnica de transectos, esto comprende delimitar un área rectangular de 50 m de largo x 20 m de ancho en las proximidades al proyecto, 10 metros a cada lado de este y 50 metros de longitud. Se definieron los tipos de vegetación en este estudio principalmente por su fisonomía, derivada a su vez de la forma de vida (biotipo) y sus especies dominantes. La forma de vida y en consecuencia la fisonomía, son factores del medio, ya sea climáticos edáficos o bióticos, en que un determinado tipo de vegetación o elementos que lo conforman se desarrollan. Un punto para destacar es que con base en los recorridos a campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) así como la cartografía de uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VII, escala 1: 250,000, se determinó que el tipo de uso de suelo y vegetación donde se encuentra inmerso el proyecto es el tipificado como de Pastizal Cultivado y Agricultura de Humedad Anual y Permanente. 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. Las especies que no fueron reconocidas en campo se recolectaron y herborizaron para su posterior determinación taxonómica. Todos los ejemplares se cotejaron en las colecciones de los herbarios FEZA y MEXU de la UNAM.

Imagen IV. 34. Muestreo realizado para el proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

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 del uso de suelo y vegetación, presentes en el SA y el predio del proyecto.

Imagen IV. 35. Utilización del dron en prospección de campo.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.

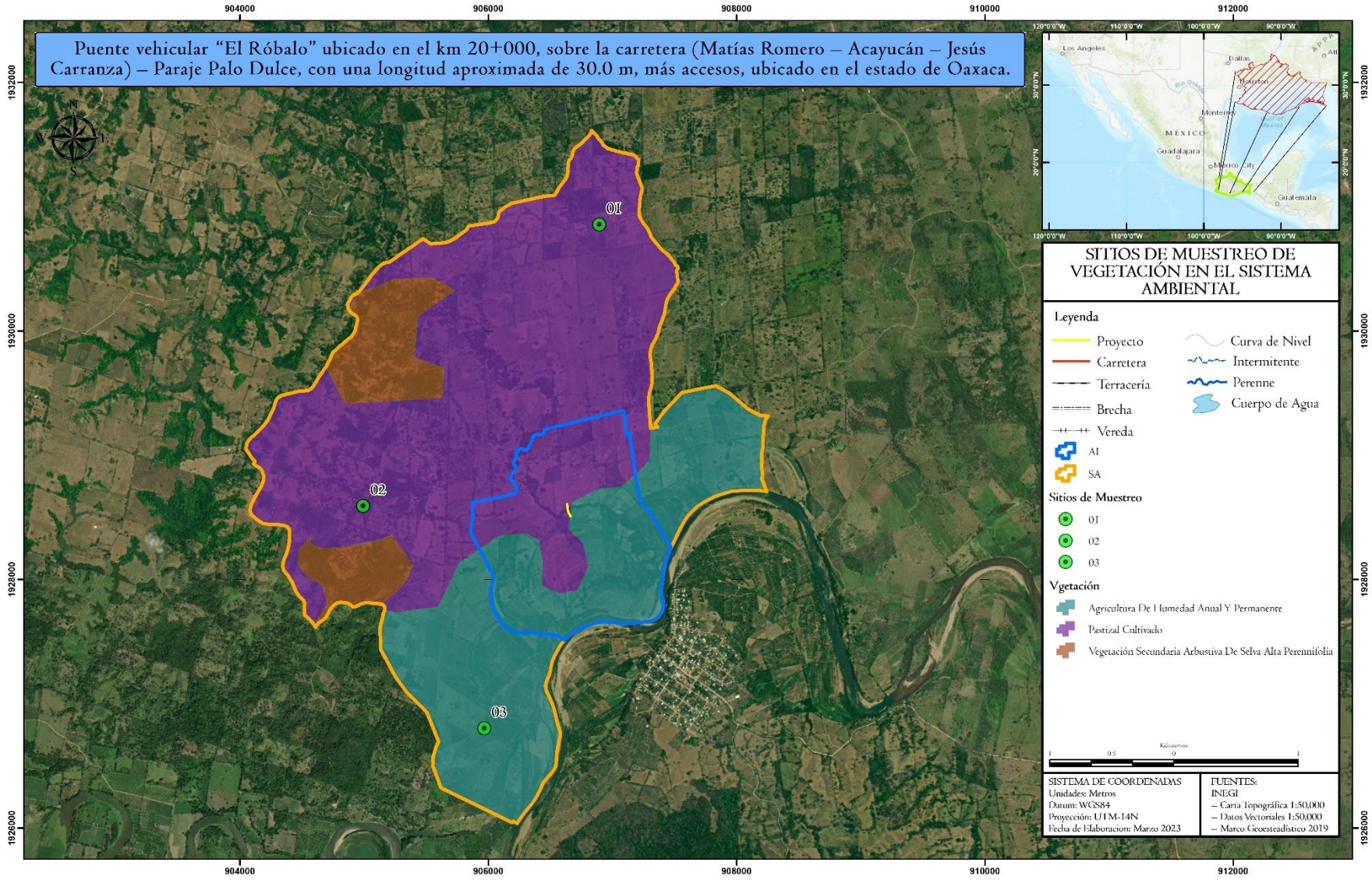
El criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo con la distribución y vocación forestal de cada tipo de uso de suelo y vegetación dentro del SA, AI y Área del proyecto. Con base en lo anterior expuesto a continuación, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los sitios de muestreo realizados para el proyecto.

Tabla IV. 29. Coordenadas de los sitios de muestreo.

SITIOS DE MUESTREO DENTRO DEL SA		
ID	X	Y
1	269402	1928090
2	267432	1925889
3	268350	1924073
	MUESTREO EN EL AI	
4	269590	1925317
ÁREA DEL PROYECTO		
5	269083	1925779

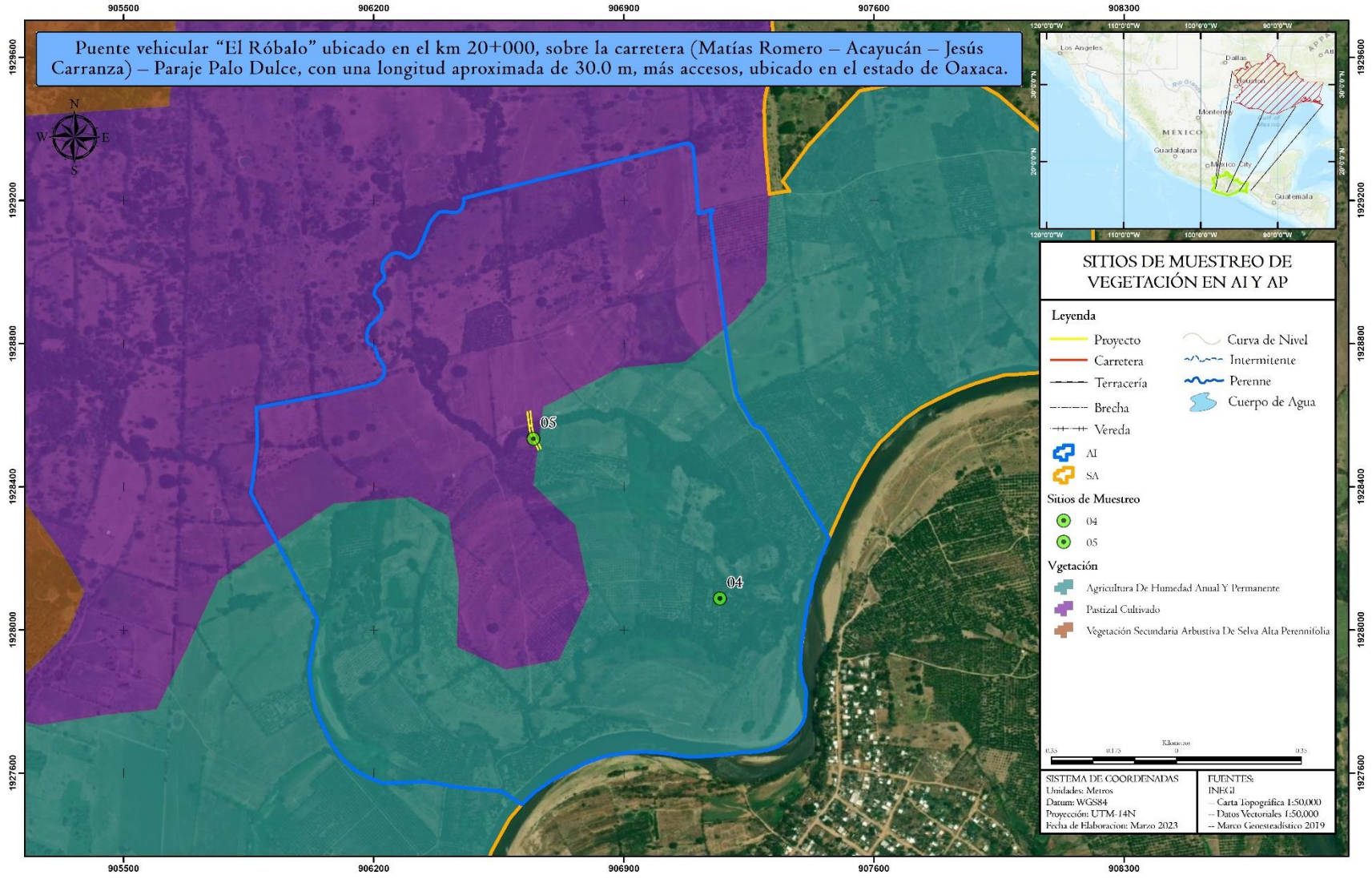
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 36. Sitios de Muestreo en el SA.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 37. Sitios de Muestreo en el Área de Influencia y Área del Proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Tabla IV. 30. Información general de los muestreos.

Diseño (Aleatorio, simple, sistematico, otro)	Tipo (Transecto, lineal, area, puntual)	Numero de muestreos realizados	Duración del muestreo	Fecha de su realizacion y periodicidad	¿Considera que el muestreo realazado es representativo?	Comunidad perenne o estacional	Comunidad acuatica o ictiologica	¿Presenta acumulacion de especies o analisis de esfuerzo de muestreo?
Estratificado sistemático por transectos	Transectos en el SA, AI y en el Área del Proyecto.	5	2 días	18 y 19 de Abril del 2023 en época de secas	Si, ya que los datos obtenidos en los mismos, nos permitio elaborar un tratamiento estadistico a traves de los indices de diversidad presentados y estos a su vez nos reflejaron la heterogeneidad que existe en nuestros usos de suelo y vegetaciòn estudiados en el presente.	Estacional	Inexistente	Se presenta el listado general de especies

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

3. ANÁLISIS DE DATOS.

La composición de especies y diversidad del SA se caracterizó mediante el registró del número de familias, géneros, especies e individuos. Se calculó el índice de diversidad de Shannon, Simpson y equitatividad en el programa PAST (Hammer *et al.* 2001). La estructura horizontal de la vegetación se estudió mediante la distribución de frecuencias agrupadas por clases diamétricas, con seis categorías: 1.5 a 5 cm, 5.1 a 10 cm, 10.1 a 20 cm, 20.1 a 30 cm, 30.1 a 60 cm y ≥ 60.1 cm (Oosterhoorn y Kapelle, 2000). Se caracterizó la estructura vertical de la vegetación, estableciendo seis estratos de altura de los individuos: herbáceo, individuos con altura ≥ 1 m; matorral mediano, 1.1 a 2.5 m; matorral alto, 2.6 a 5 m; arbóreo bajo, 5.1 a 10 m y arbóreo medio 10.1 a 30 m y arbóreo alto de 30 a 60 m de altura. Se realizó un histograma de frecuencias de alturas y los diámetros para todos los individuos censados.

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 usos de suelo y vegetación dentro del el Sistema Ambiental son los siguientes:

Tabla IV. 31. Usos de suelo y vegetación ocupados en el SA.

SISTEMA AMBIENTAL = 1173.87 Ha.			
CLAVE UNIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA EN HECTÁREAS	PORCENTAJE%
HAP	Agricultura de Humedad Anual y Permanente	376.63	32.08
PC	Pastizal Cultivado	693.07	59.04
VSa/SAP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia	104.17	8.87
	TOTAL	1173.87	100.00

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Cabe señalar que para el proyecto se cuenta con Área de influencia que cuenta con las siguientes superficies.

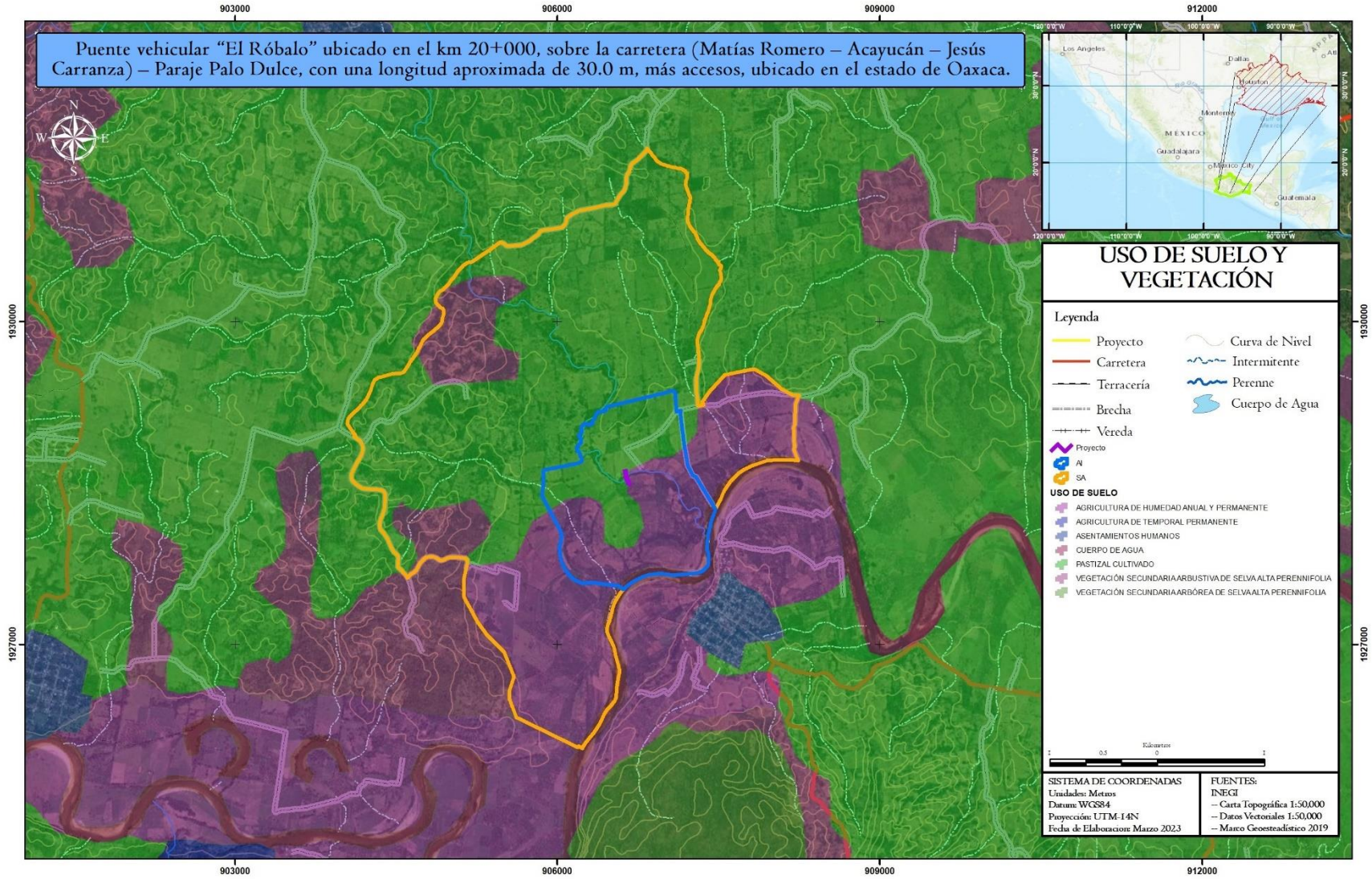
Tabla IV. 32. Usos de suelo y vegetación ocupados en el Área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA = 154.24 Ha.			
CLAVE UNIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA EN HECTÁREAS	PORCENTAJE%
HAP	Agricultura de Humedad Anual y Permanente	95.74	62.07
PC	Pastizal Cultivado	58.50	37.93
	TOTAL	154.24	100.00

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Cabe puntualizar, que, debido a la apertura del proyecto, no será necesario solicitar autorización en materia de cambio de uso de suelo, ya que no existe vegetación con vocación natural, toda vez que el uso de suelo y vegetación donde se encuentra inmerso nuestro proyecto corresponde a Agricultura de Humedad Anual y Permanente y Pastizal Cultivado.

Imagen IV. 38. Uso de Suelo y Vegetación presente el Sistema Ambiental.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

A continuación, se realiza una descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación encontrados dentro del SA, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VII.

PASTIZAL CULTIVADO.

Los pastizales o herbazales de la familia de las gramíneas (Poaceae) son agrosistema que se ha introducido intencionalmente en una región y son de origen antrópico dominados por hierbas que sirven de pasto y con ello a las actividades económicas en los pastizales que están vinculadas a la relación biológica pastizal-herbívoros. Un pastizal, cultivado, presenta una estructura simple con un estrato herbáceo cubriendo el suelo y escasos o nulos arbustos y árboles. Hay algunos conformados exclusivamente por una cobertura de gramíneas, continua (especies cespitosas) o discontinuas (especies de mechón o macolla). Para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo como la aplicación de suplementos, fertilizantes y agroquímicos para el control de plagas. Algunos pastos nativos que encontramos son: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Bu el), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies. Estos ecosistemas tienen una estructura simple, con un estrato herbáceo de pocos centímetros hasta 5 metros de altura cubriendo el suelo. La actividad económica preponderante en los pastizales es la cría de ganado bovino, ovino y porcino. También amplias extensiones se dedican al cultivo de cereales y otros rubros, así como al turismo. En este tipo de turismo se experimenta la vida y las faenas del campo, al tiempo que se interactúa con la naturaleza. Normalmente en los pastizales cultivados se cultivan grandes extensiones de una única especie de pasto sin árboles. Sin embargo, existen sistemas donde la presencia del elemento arbóreo es importante. Por ejemplo, en los potreros mixtos gramíneas-leguminosas y los sistemas silvopastoriles como las dehesas. El establecimiento de un pastizal cultivado depende de la región, el clima, los suelos y las especies animales a producir. Existen distintos sistemas de producción, sea que los animales pastoreen en el terreno o que el pasto sea de corte (forraje).

Imagen IV. 39. Fotografías de Pastizal Cultivado.








Este tipo de uso de suelo y vegetación se encuentra en al Este del proyecto en el existen especímenes característicos como *Guazuma ulmifolia, Andropogon gayanus, Digitaria bicornis, Panicum maximum* entre otras.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

AGRICULTURA DE HUMEDAD ANUAL Y PERMANENTE

Este tipo de agricultura se desarrolla en zonas donde se aprovecha la humedad del suelo, independientemente del ciclo de las lluvias y que aún en época seca conservan humedad, por ejemplo, las zonas inundables, como pueden ser los lechos de los embalses cuando dejan de tener agua. Las chinampas es un caso de este tipo de agricultura.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

- ✓ Anuales: son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.
- ✓ Semipermanentes: su ciclo vegetativo dura entre dos y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.
- ✓ Permanentes: la duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y frutales como el aguacate.

Imagen IV. 40. Fotografías de Agricultura de Humedad Anual y Permanente.











Este tipo de uso de suelo y vegetación se encuentra en al Este del proyecto en el existen especímenes característicos como *Citrus sinensis, Musa paradisiaca, Carica papaya*, entre otras.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN.

Motivo por la ejecución del proyecto será necesario afectar una superficie Total de 0.1740 hectáreas las cuales corresponden en un 88.5% a Pastizal Cultivado y en un 11.5% a Agricultura de Humedad Anual y Permanente, de acuerdo con la capa de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VII escala 1: 250,000. Cabe puntualizar que, debido a la apertura del proyecto, NO será necesario solicitar autorización en materia de cambio de uso de suelo

toda vez que el uso de suelo y vegetación donde se encuentra inmerso nuestro proyecto es considerado como no forestal.

Tabla IV. 33. Superficie de afectación.

CLAVE UNIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA EN (m^2)	ÁREA EN (ha)
HAP	Agricultura de Humedad Anual y Permanente	200.04	0.0200
PC	Pastizal Cultivado	1539.96	0.1540
	TOTAL	1739.99	0.1740

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA.

ANÁLISIS DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD EN EL SA.

Se registraron en el SA del proyecto, 37 especies de 36 géneros y 21 familias. Las familias con mayor riqueza de especies fueron, Fabaceae (6), Malvaceae (4) y Poaceae (4), contaron con el 45 % del total de las especies registradas en el mismo. Las especies con mayores densidades fueron *Panicum maximum* (89 individuos), *Andropogon gayanus* (52) y *Citrus sinensis* (50 individuos), estas representan el 32 % del total de los individuos registrados. Entre las especies raras (aquellas con menos de individuos) se registraron a *Luehea speciosa* (1 individuo) y *Coccoloba barbadensi* (2 individuos). En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.95, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 3.25, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad el Área de Influencia del proyecto es Alta esto debido a la variedad de herbáceas, por diferentes especies utilizadas como de posteria y frutales , con una Equitatividad Alta (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.90 en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Tabla IV. 34. Riqueza y diversidad de especies de plantas en el Sistema Ambiental.

Riqueza	37
Individuos	604
Shannon_H	3.25
Equitavidad	0.90
I Simpson	0.95

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

ANÁLISIS DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD EN EL ÁREA DE INFLUENCIA.

Se registraron en el Área de influencia del proyecto, 33 especies de 33 géneros y 18 familias. Las familias con mayor riqueza de especies fueron, Fabaceae (6), Malvaceae (4) y Poaceae (4) contaron con el 51 % del total de las especies registradas en el mismo. Las especies con mayores densidades fueron *Panicum maximum* (75 individuos), *Andropogon gayanus* (48 individuos) y *Citrus sinensis (*45) estas representan el 32 % del total de los individuos registrados. Entre las especies raras (aquellas con menos de individuos) se registraron a *Luehea speciosa* (1 individuo) y *Ochroma pyramidale* (1

individuo). En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.94, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 3.1, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad el Área de Influencia del proyecto es Media, con una Equitatividad Media(grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.88 en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Tabla IV. 35. Riqueza y diversidad de especies de plantas en el Área de influencia.

Riqueza	33
Individuos	522
Shannon_H	3.11
Equitavidad	0.88
I Simpson	0.94

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

ANÁLISIS DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

Se registraron en el Área del proyecto, 23 especies de 23 géneros y 13 familias. Las familias con mayor riqueza de especies fueron, Fabaceae (6), Malvaceae (4) y Poaceae (2) contaron con el 62 % del total de las especies registradas en el mismo. Las especies con mayores densidades fueron *Panicum maximum* (44 individuos), *Lasiacis divaricata* (22 individuos) y *Musa paradisiaca* (16), estas representan el 45 % del total de los individuos registrados. Entre las especies raras (aquellas con menos de individuos) se registraron a *Ochroma pyramidale* (1 individuo) y *Luehea speciosa* (1 individuo). En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.89, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 2.63, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad el Área del proyecto es Media, con una Equitatividad Media(grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.84 en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Tabla IV. 36. Riqueza y diversidad de especies de plantas en el Área del Proyecto.

Riqueza	23
Individuos	180
Shannon_H	2.63
Equitavidad	0.84
I Simpson	0.89

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

COMPARATIVO DEL SA, ÁREA DE INFLUENCIA Y ÁREA DEL PROYECTO

Tabla IV. 37. Comparativo de Riqueza y diversidad de especies de plantas en el SA, Área de Influencia y Área del Proyecto.

CONCEPTO	RESULTADO		
	SA	Área de influencia	Área del proyecto
Riqueza	37	33	23
Individuos	604	522	180
Índice de Shannon	3.25	3.11	2.63
Equitatividad	0.90	0.88	0.84
Índice de Simpson	0.95	0.94	0.89

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Lo anterior refleja la poca diferencia que existe entre el SA, el AI con el Área del Proyecto, esto principalmente, ya que el SA presenta una diversidad Alta especialmente por tener mayor cantidad de especies, por su parte el AI su diversidad es media, aunque se incorporaron a esta superficie especies de posteria y frutales, con respecto al Área del Proyecto su diversidad es Media, aunque el número de especies nativas es casi nulo, con dominancia de frutales y especies de sombra, lo que evidencia por lo que las condiciones de esta superficie fueron modificadas con antelación, cabe señalar que se encontraron terrenos agrícolas colindando con el mismo, con plantaciones de cítricos y plátano lo que propicia una afectación directa en este sentido.

ESPECIES SUJETAS A AFECTACIÓN DEBIDO AL PROYECTO.

Motivo por la ejecución del proyecto será necesario la remoción de 54 individuos vegetales, de los cuales 14 son árboles, 8 arbustos y 32 son herbáceas. A continuación, se muestran las fotografías de dichos individuos, así como el acumulado con las características de estos.

Imagen IV. 41 Especies sujetas a remoción.



En las imagen se observan el area donde se llevar acabo el derribo de 54 individuos vegetales, de los cuales 14 son árboles, 8 arbustos y 32 son herbáceas.












En las imagenes se observan los individuos que se veran afectados por el proyecto de las especies, el frutal *Citrus sinensis, Inga vera, Malvaviscus arboreus, Panicum maximum* todos ellos dentro de una suspericie de pastizal cultivado y area agricola.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Tabla IV. 38. Listado de especies de flora que serán sujetos a remoción por el proyecto (Ar=Arbusto, H=Herbáceas).

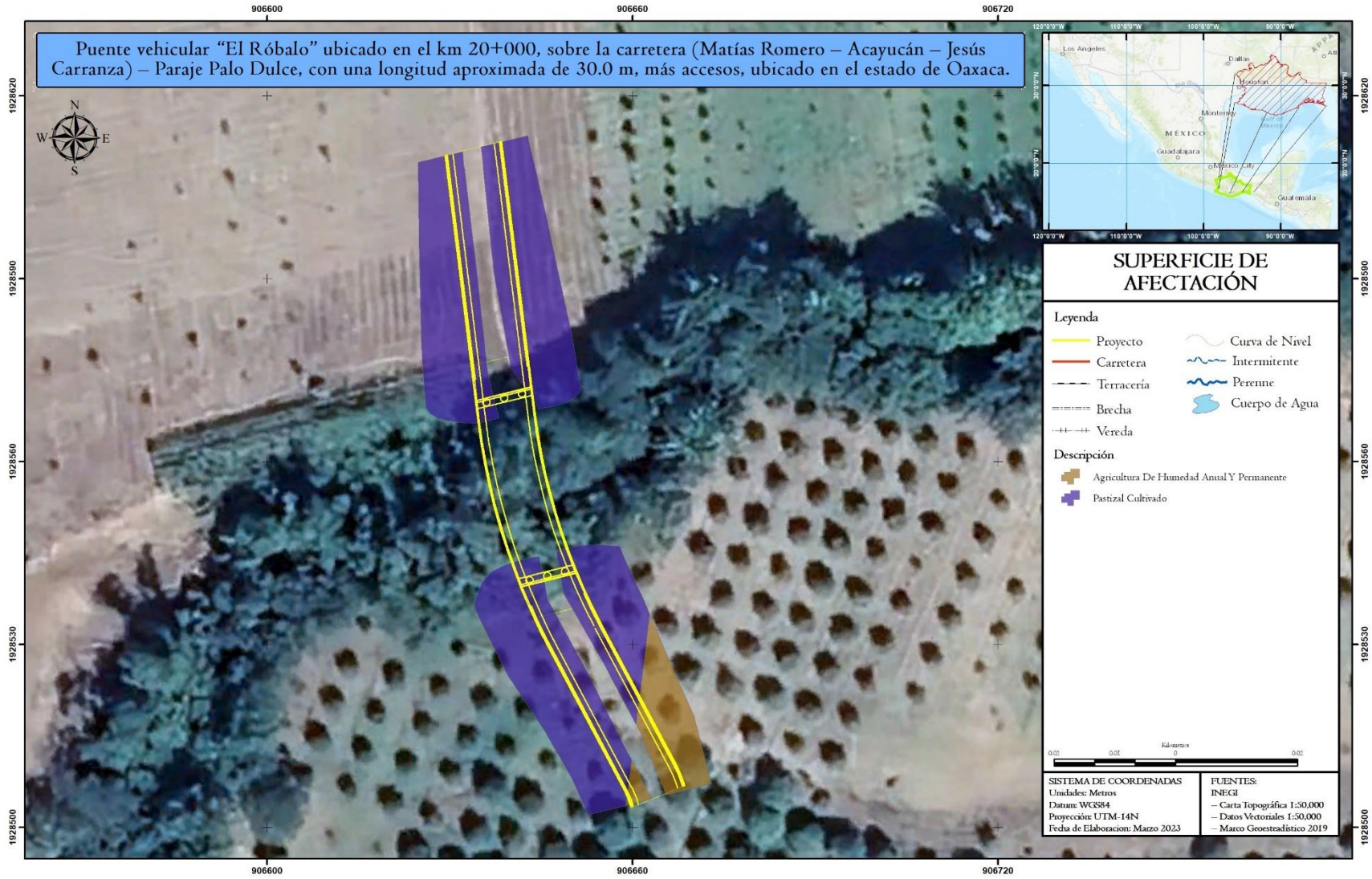
Familia	*Nombre científico*	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT -059-2010	DAP y/o longitud (cm)	Altura (m)	Frecuencia
Fabaceae	*Inga vera*	Chalum	A	Sin estatus	58	5.2	2
Rutaceae	*Citrus sinensis*	Naranjo	A	Sin estatus	15	3.5	12
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Amapola	Ar	Sin estatus	15	1.7	8
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacate guinea	H	Sin estatus	10	0.4	21
Araceae	*Syngonium podophyllum*	Chapiso	H	Sin estatus	0.5	0.7	7
Musaceae	*Musa paradisiaca*	Banano	H	Sin estatus	21	1.8	4
				TOTAL			54

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	14
Arbustivo	8
Herbáceo	32
TOTAL	54

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Imagen IV. 42. Derribo arbóreo por el proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto:

Imagen IV. 43 Condiciones ambientales "Florísticas" en las que se encuentra la zona del proyecto.

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">En la imagen se observan especímenes de Inga vera la cual se observó en el sitio del proyecto.</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Es común encontrar en las cercanías al proyecto y en el SA especímenes de Guazuma ulmifolia ,las cuales son empleadas como cerco vivo.</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">En la imagen se observan individuos de postería de Trichilia hirta los cuales son especies que dominan el AI y Área del proyecto.</td></tr>
</table>





Cecropia obtusifolia una especie encontrada de manera en el dentro del SA.





Coccoloba barbadensi se encontraron en el Pastizal cultivado del SA, esta especie está asociada a vegetación perturbada.





En la fotografía se muestra la especie *Palicourea guianensis y Lasiacis divaricata,* la cual se observa de manera frecuente dentro de los cuerpo de agua del SA.





En la fotografía se muestra a la especie *Attalea butyracea* especie apreciada por sus frutos comestibles y se observó en el SA. AI y Área del Proyecto.





Salix humboldtiana especies que conto con buena altura en el SA y AI.





Existen grandes extensiones de cultivo *Citrus sinensis* dentro del SA.




De manera aislada se observó a la especie *Cordia megalantha y Cordia alliodora.*




Acacia globulifera se observó de manera frecuente dentro del SA y AI.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

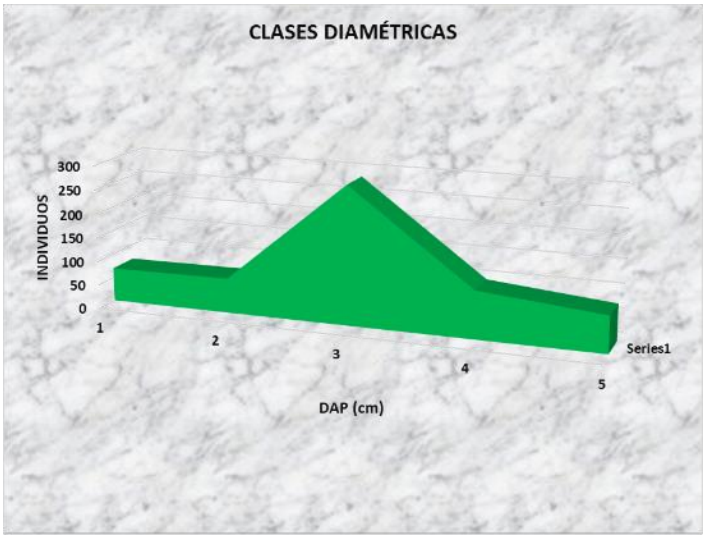
Con la evidencia fotográfica descrita anteriormente es factible considerar el desarrollo del proyecto, ya que, la vegetación en el Sistema Ambiental no será modificada de manera significativa por la inclusión del proyecto.

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN.

La heterogeneidad ambiental en la que se desarrolla la vegetación del proyecto se refleja en la dominancia de las características estructurales de la composición florística, misma que se describe a continuación:

En la figura se muestra que la mayoría de los individuos tienen diámetros de 10.1 a 30 cm y 30.1 - 60 cm. Las especies que aportaron mayor número de individuos a estas clases diamétricas fueron *Panicum maximum* (79 individuos) y *Andropogon gayanus* (52) pastos pertenecientes a la familia Poaceae, estas dominaron en el SA, AI y Área del proyecto. Las especies más abundantes con el menor DAP y/o Longitud fueron *Lasiacis divaricata* y *Asclepias curassavica,* esta última especie común de la sucesión en tierras recién removidas. Este patrón sugiere que en la zona de estudio las perturbaciones son recientes y continúas, mismas que afectan la regeneración de vegetación natural de la zona.

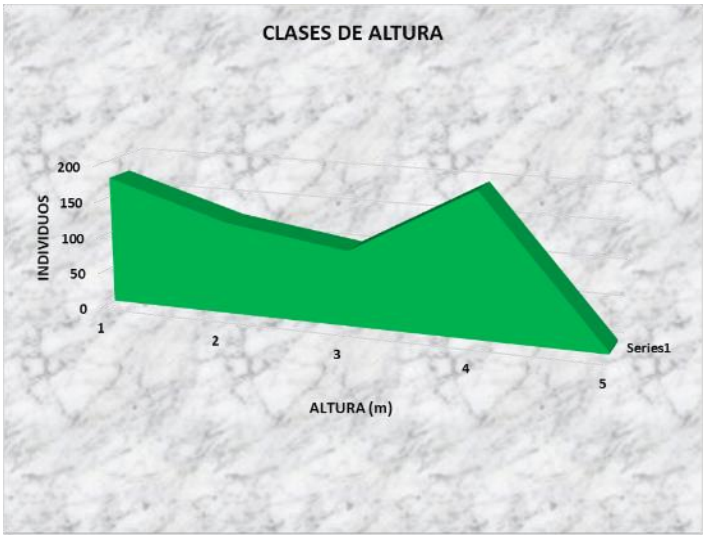
Gráfica IV. 2. Distribución de las clases diamétricas de los individuos de plantas leñosas con DAP ≥ 1.0 cm, en el Sistema Ambiental. Clases de diámetros: 1.1 - 5 cm, 5.1 - 10 cm, 10.1 – 20 cm, 20.1 30 cm, 30.1 - 60 cm, ≥ 60.1 cm.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

La cuarta clase de altura (individuos 5.1 - 10 m) de la distribución de frecuencias presentó la máxima proporción de individuos, está disminuye hacia las clases de alturas mayores (Figura), esto debido a que el estrato arbustivo y árboles de baja talla imperan en el SA, AI y Área del Proyecto, esto debido a que el Uso de Suelo y Vegetación que domina en estas superficies es el Pastizal cultivado. El estrato arbustivo alcanza una altura de 2.6 – 5 m e incluye 103 individuos, en este estrato se registró el mayor número de individuos *Citrus sinensis* y *Acacia globulifera.*

Gráfica IV. 3. Distribución de las clases de altura de los individuos de plantas en el Sistema Ambiental. Clases de altura: ≥1 m, 1.1 – 2.5 m, 2.6 – 5 m, 5.1 - 10 m, 10.1 - 30 m, ≥ 8 m, ≥ 30.1. m.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Fisionómicamente estas comunidades son dominadas por arbustos y árboles de baja altura que se ramifican a una corta altura, donde el estrato arbustivo y herbáceo es muy denso. Las especies arbóreas dominantes son pocas. Por lo tanto, la estructura de la vegetación del proyecto tiende a estar constituida por especies en el estrato arbustivo y herbáceo principalmente.

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y/O PERTURBACIÓN QUE PRESENTA LA VEGETACIÓN A AFECTAR.
Durante los recorridos en la zona del proyecto, se encontró un alto grado perturbación, esto debido, principalmente a la presión ejercida por el cambio de uso de suelo del natural al agropecuario.

ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL.
No existe la explotación especies solo se aprecian individuos introducidos utilizados como de ornato.

ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS, EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL.
La importancia de la flora mexicana recae en la diversidad gamma, 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, aun cuando existe cierta relación florística entre las zonas templadas y tropicales de México, las cuales presentan una composición florística diferenciada principalmente por los elementos climáticos que las mantiene separadas ecológicamente. La relación de plantas cuantificadas con algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, permitió determinar que ninguna de las especies registradas se encuentra en alguna categoría de riesgo.

Tabla IV. 39. Clasificación del estatus de 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Tabla IV. 40. Listado general de especies encontrado dentro de los muestreos realizados dentro del SA.

Familia	*Nombre científico*	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT-059-2010
Fabaceae	*Acacia globulifera*	Cornezuelo	A	Sin estatus
Euphorbiaceae	*Alchornea latifolia*	Achiotillo	A	Sin estatus
Fabaceae	*Andira inermis*	Huijul	A	Sin estatus
Poaceae	*Andropogon gayanus*	Pasto llanero	H	Sin estatus
Asclepiadaceae	*Asclepias curassavica*	Hierba de sapo	H	Sin estatus
Arecaceae	*Attalea butyracea*	Palma real	A	Sin estatus
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	A	Sin estatus
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nanche	A	Sin estatus
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	H	Sin estatus
Moraceae	*Castilla elastica*	Árbol de hule	A	Sin estatus
Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Chancarro	A	Sin estatus
Rutaceae	*Citrus sinensis*	Naranjo	A	Sin estatus
Polygonaceae	*Coccoloba barbadensi*	Roble de la costa	Ar	Sin estatus
Araceae	*Colocasia esculenta*	Malanga	H	Sin estatus
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Barcino	A	Sin estatus

Familia	*Nombre científico*	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT-059-2010
Boraginaceae	*Cordia megalantha*	Nopo	A	Sin estatus
Poaceae	*Digitaria bicornis*	Zacate guarda rocío	H	Sin estatus
Moraceae	*Ficus pertusa*	Amatillo	A	Sin estatus
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	A	Sin estatus
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	A	Sin estatus
Fabaceae	*Inga vera*	Chalum	A	Sin estatus
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	H	Sin estatus
Malvaceae	*Luehea speciosa*	Algodoncillo	A	Sin estatus
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Amapola	Ar	Sin estatus
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Zapote	A	Sin estatus
Musaceae	*Musa paradisiaca*	Banano	H	Sin estatus
Malvaceae	*Ochroma pyramidale*	Balsa	A	Sin estatus
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacate guinea	H	Sin estatus
Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo	H	Sin estatus
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Palo de agua	A	Sin estatus
Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce	A	Sin estatus
Fabaceae	*Senna spectabilis*	Vainillo	A	Sin estatus
Araceae	*Syngonium podophyllum*	Chapiso	H	Sin estatus
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Palo de rosa	A	Sin estatus
Meliaceae	*Trichilia hirta*	Ciruelillo	A	Sin status
Araceae	*Xanthosoma robustum*	Hoja elegante	H	Sin estatus
Rutaceae	*Zanthoxylum kellermanii*	Tachuelillo	A	Sin estatus

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Con lo anterior se muestra que, en el proyecto, así como en las proximidades al mismo, 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.

IV.2.2.2.2. FAUNA

Con el objetivo de llevar a cabo un muestreo preciso y eficaz, la metodología para caracterizar las condiciones bióticas del Sistema Ambiental, de dividió en dos fases: trabajo de gabinete y trabajo de campo.

1. TRABAJO DE GABINETE. Antes de llevar a cabo la fase de muestreo en campo, se recopiló y consultó la bibliografía disponible acerca de la fauna presente en el estado de Oaxaca. A partir de estos datos se elaboró una base de datos, la cual se utilizó, en primer lugar, para presentar un listado actualizado de todas las especies presentes en la zona. Y por otro lado para corroborar por medio de las técnicas de campo la presencia de estas. A su vez, se identificaron y se definieron aquellas especies bajo en alguna categoría de protección, de acuerdo con la Legislación Mexicana vigente (NOM-059-SEMARNAT-2010). Adicionalmente, se emplearon las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica disponibles, para identificar, delimitar y diseñar con precisión la zona de estudio, así como sugerir los puntos de muestreo.

   Para llevar a cabo la caracterización faunística del área de estudio, como primera fase se realizó una consulta de información de instituciones nacionales, teniendo como soporte principal la Base de datos Biodiversidad de México de CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, http://www.biodiversidad.gob.mx/ especies/especies.html), a su vez, se consultaron algunas bases de datos regionales de colecciones científicas de vertebrados.

   También se utilizó la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF, por sus siglas en inglés) la cual es una organización intergubernamental que nace en 2001. El objetivo de GBIF es dar acceso libre de manera remota y gratuita, a las bases de datos de biodiversidad de todo el mundo para apoyar la investigación científica, fomentar la conservación biológica y favorecer el desarrollo sostenible.

   Por último, se revisó los mapas de distribución publicados en las diferentes guías de campo y publicaciones de los diferentes grupos de vertebrados, las referencias bibliográficas consultadas son: Howell, S. N. G. y S. Webb, (1995); A.O. U. (1998); National Geographic Society (2002); Navarro, S.A. y A. Gordillo (2006), y Garza Torres, Héctor A. (2007), para Aves; Arita Héctor T y Gerardo Ceballos (1997); Ceballos, G. (2002); Ramírez-Pulido, J. & A. Castro-Campillo. (1993); Ramírez, P. J. (1999) para los mamíferos, para los reptiles y anfibios se consultó a Flores-Villela, 0. (1993); Lazcano Villarreal, D. (1997); Flores Villela, O. (1998); Lazcano Villarreal, D., (1999); CONABIO (comp.) 2009 a; CONABIO (comp.) 2009 b; con lo que se generó un listado potencial de especies reportadas para el área de estudio.

2. TRABAJO DE CAMPO. Una vez establecidos y corroborados los sitios de muestreo propuestos en la fase de gabinete, se llevó a cabo un breve muestreo para corroborar y ampliar los datos bibliográficos previamente analizados sobre los anfibios, reptiles, aves y mamíferos en la zona de estudio. El muestreo se llevó a cabo durante la corroboración del cadenamiento del proyecto. Este muestreo se llevó a cabo de acuerdo con técnicas de censado diseñado para la detección de cada grupo faunístico, estas se describen a continuación:

Tabla IV. 41. Métodos de muestreo de fauna realizados en el SA.

Técnica	Descripción breve	Ventajas	Desventajas	Otras Consideraciones	Materiales Necesarios
ANFIBIOS Y REPTILES					
Conteo por transectos	Conteo de todos los reptiles y anfibios a lo largo de un transecto (usualmente caminos, veredas o corriente de agua); puede requerir voltear troncos, rocas, y otros sitios de descanso	Puede ser la única técnica disponible para estudiar ciertas especies	Puede ser difícil en vegetación densa; es un método para estimar la diversidad de una zona, no estima la densidad	Requiere un observador familiarizado con la herpetofauna; se debe tomar notas de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse por el día y por noche para especies con diferentes hábitos.	Gancho herpetológico, laso corredizo, bolsas de tela y plástico, y cuaderno de notas (lámpara de cabeza por la noche)
Parcela de hojarasca	Búsqueda cuidadosa entre la hojarasca de parcelas de 3x3 a 10x10 m	Se calcula la densidad; detecta especies escondidas	Consume mucho tiempo; abarca un área pequeña; útil en hábitats donde hay hojarascas	Requiere de un observador familiarizado con la herpetofauna; puede ser peligroso en áreas con plantas y animales venenosos	Cinta métrica, guantes, bolsas de plástico y cuaderno de notas
Inventarios de congregaciones de anfibios en época de apareamiento	Se estudian las pozas de agua, marismas, pantanos, charcas u otras congregaciones de anfibios en apareamiento	Muchas especies de ranas solo se detectan durante época de apareamiento; se pueden usar vocalizaciones para identificar especies	Solo es útil durante episodios de apareamiento, que pueden ser impredecibles; no estima la densidad	Especies diferentes pueden aparecer en horas distintas de la noche y en días distintos durante el episodio de apareamiento	Lámparas de cabeza, bolsas de plástico, protección contra picaduras de insectos, sanguijuelas o agua fría
AVES					
Puntos de conteo	Vistas o escuchadas durante periodos de tiempo establecidos (ejemplo 3-10 min.) en puntos separados por 100-200 m	Detección de especies rápida y eficiente; muestreo en unidades discretas; puede estimar densidades de población si se utiliza un radio fijo	Especies detectadas entre puntos y fuera de los conteos no se tratan estadísticamente; solo puede realizarse muy temprano cuando las aves vocalizan	Requiere un observador familiarizado con la avifauna local	Binoculares, grabadora para registrar vocalizaciones poco familiares para su análisis posterior por un experto
Conteo por transectos	Conteo de todas las aves vistas o escuchadas a lo largo de un transecto (usualmente una vereda).	Muy eficaz para detectar a la mayoría de las especies del área estudiada; puede estimar densidades de población si el transecto es de anchura fija.	Unidades de muestreo no son discretas, deben dividirse en muestreas de 10-60 min para su análisis estadístico.	Requiere un observador familiarizado con la avifauna local; se debe tomar notas de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse de noche para especies nocturnas.	Binoculares, lámpara de cabeza por la noche grabadora para registrar vocalizaciones poco familiares para su análisis posterior por un experto.
MAMÍFEROS					

Observación directa por transectos	Conteo de todos los mamíferos vistos o escuchados al largo del transecto (usualmente una vereda)	Permite el estudio de mamíferos grandes, especialmente primates; puede estimar la densidad	Consume mucho tiempo; es difícil en vegetación densa	Requiere un observador especializado con mamíferos locales; se debe tomar notas de horas de muestreo o km caminados; puede realizarse de noche para especies nocturnas	Binoculares, lámpara de cabeza por la noche
Observación indirecta por transectos	Detección de huellas y excretas de mamíferos a lo largo de caminos y veredas.	Permite el estudio de mamíferos grandes y medianos, es un método útil para estudiar mamíferos de hábitos nocturnos o reservados.	Es un método poco útil en vegetación densa	Requiere un observador familiarizado con el estudio de huellas y excretas; es necesario tomar notas de horas de muestreo o km caminados; debe realizarse durante horas de luz.	Guantes de látex para manipular excretas, escala métrica para medir huellas y excretas. Guías de identificación de huellas y excretas.
Análisis de la población humana local	Entrevistas a cazadores y leñadores locales sobre los mamíferos grandes que ocurren en la zona	Posiblemente el método más rápido para determinar la presencia /ausencia de mamíferos grandes, raros y esquivos; la comunidad participa	No estima la densidad; la información puede no ser confiable si no se corrobora por otras personas	Puede ser útil usar ilustraciones o fotografías de especies potencialmente encontradas	Ninguno, excepto tal vez un guía local que represente a la comunidad

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

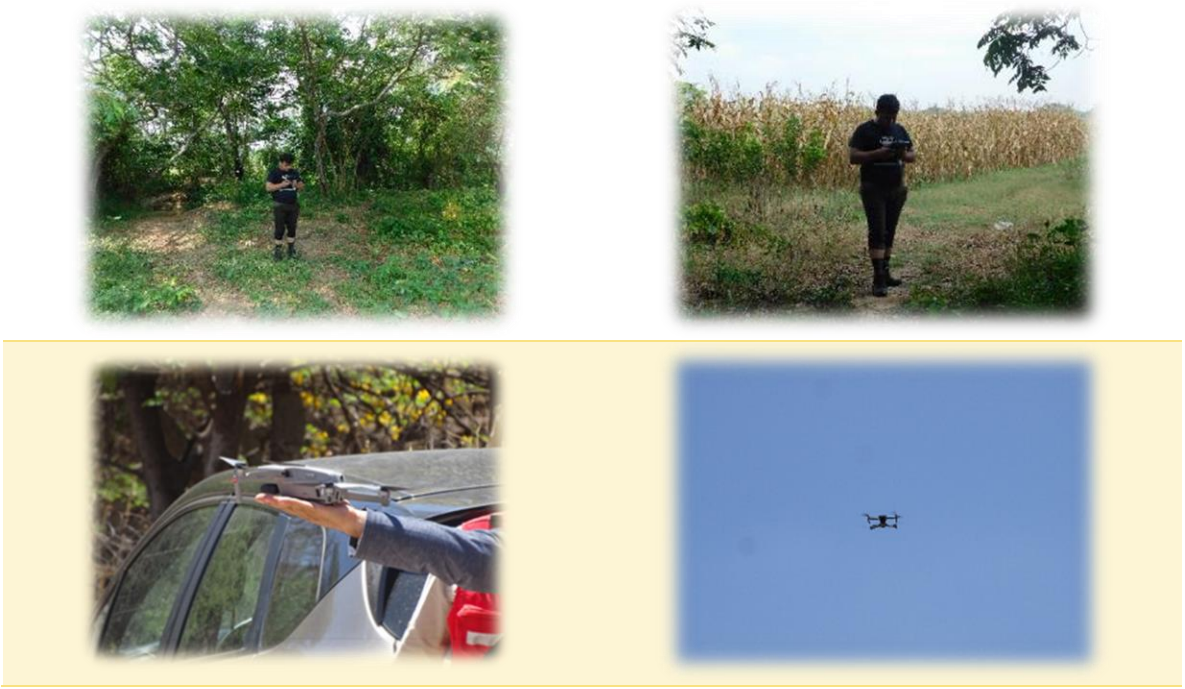
Imagen IV. 44. Muestreo de fauna realizado para el proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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 del uso de suelo y vegetación, presentes en el SA, AI y el Área del proyecto.

Imagen IV. 45. Utilización del Dron en prospección de campo.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.

El criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo se realizó con base en la distribución y vocación forestal de cada tipo de uso de suelo y vegetación dentro del SA. Por lo que, de acuerdo, a estos métodos, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los sitios de muestreo realizados para el proyecto.

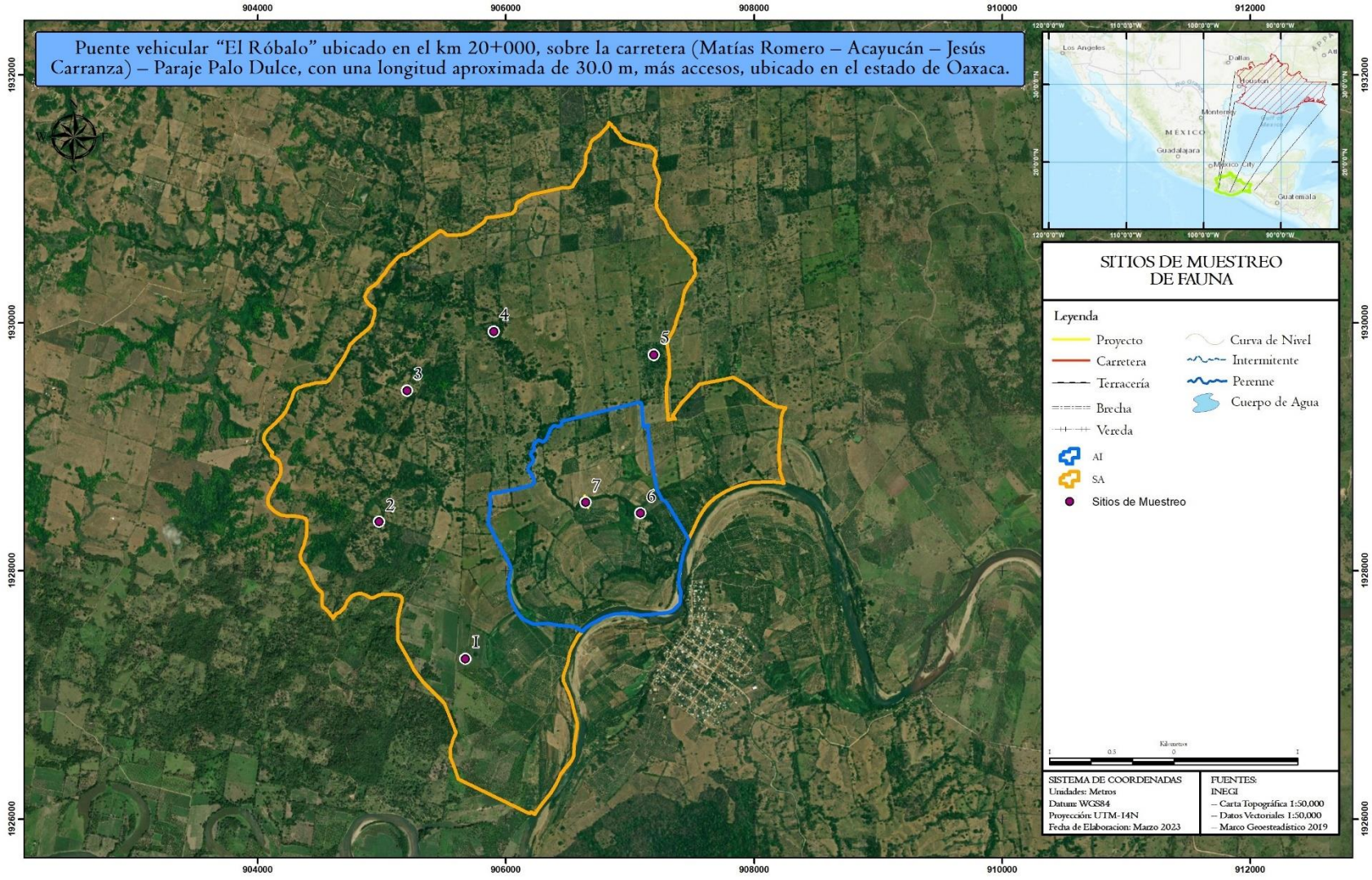
A continuación, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los sitios de muestreo realizados para el proyecto.

Tabla IV. 42. Coordenadas de los sitios de muestreo.

SITIOS DE MUESTREO DENTRO DEL SA		
ID	X	Y
1	268070	1924570
2	267414	1925693
3	267671	1926743
4	268382	1927196
5	269666	1926968
MUESTREO EN EL AI y ÁREA DEL PROYECTO		
6	269516	1925698
7	269077	1925797

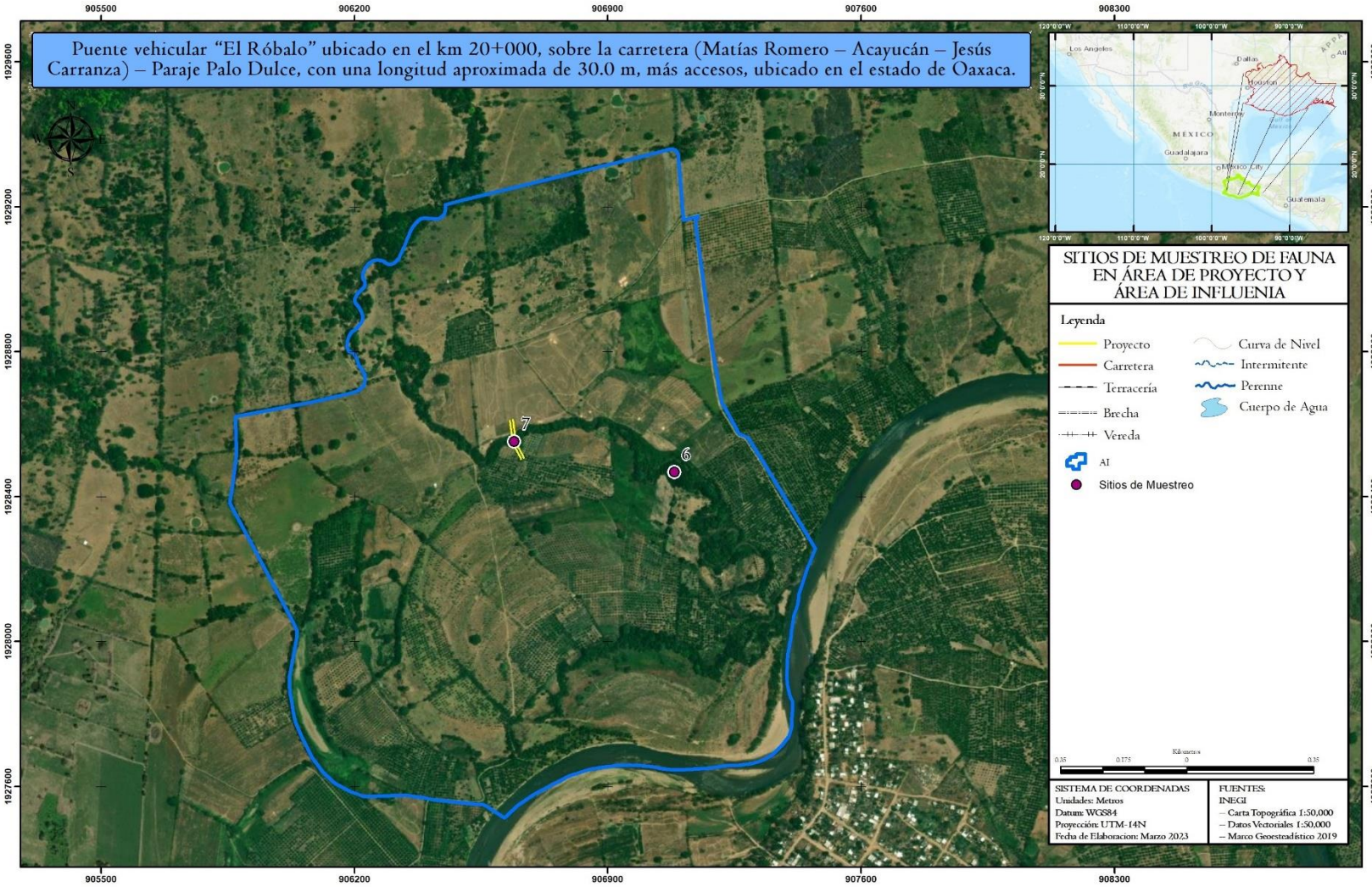
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 46. Sitios de Muestreo en el SA



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 47. Sitios de Muestreo en el AI y Área del Proyecto.



uente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

3. ANÁLISIS DE DATOS. La composición de especies y diversidad del SA se caracterizó mediante el registró del número de familias, géneros, especies e individuos. Se calculó el índice de diversidad de Shannon, Simpson y equitatividad en el programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA

ANÁLISIS DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD EN EL SA

Se registraron en el SA del proyecto, 26 especies de 25 géneros, 21 familias y 11 órdenes. Las familias con mayor riqueza de especies fue Tyrannidae con 3 especies, lo que representa el 11.53% del total de las especies registradas. Las especies con mayores densidades fueron Golondrina Tijereta (*Hirundo rustica*) con 8 individuos y el Pijije Alas Blancas (*Dendrocygna autumnalis*) con 5 individuos ejemplares, estas representan el 19.11% del total de los individuos registrados.

En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.96, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 3.26, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad del SA del proyecto es Alta, con una Equitatividad Alta (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 1.00 en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Tabla IV. 43. Riqueza y diversidad de especies de fauna en el Sistema Ambiental.

Riqueza	26
Individuos	68
Índice de Simpson	0.9601
Índice de Shannon	3.263
Equitatividad	1.002

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

ANÁLISIS DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

Se registraron en el Área de influencia del proyecto 18 especies de 18 géneros, 14 familias y 8 órdenes. Las familias con mayor riqueza de especies fueron Ardeidae. Falconidae y Tyrannidae con especies cada una, estas contaron con el 9.6% del total de las especies registradas en el mismo. La especie con mayor densidad fue Pijije Alas Blancas (*Dendrocygna autumnalis*, 3 individuos), estas especies representan el 11.11% del total de los individuos registrados.

En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.97, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 3.12, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y

el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad el Área de Influencia del proyecto es Alta, con una Equitatividad Media (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 1.0 en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Tabla IV. 44. Riqueza y diversidad de especies de fauna en el Área de influencia.

Riqueza	18
Individuos	27
Índice de Simpson	0.9715
Índice de Shannon	3.129
Equitatividad	1.083

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

ANÁLISIS DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Se registraron en el Área del Proyecto: 46 especies, distribuidas en 15 géneros, 11 familias y 6 órdenes. Las familias con mayor riqueza de especies fueron, Ardeidae, Cathartidae y Tyrannidae con 2 especies cada una, estas contaron con el 33.33% del total de las especies registradas en el mismo. La especie con mayor densidad fue el Calandria de Baltimore (*Icterus galbula*) con 3 individuos, estas especies representan el 16.66% del total de los individuos registrados. Las especies raras (aquellas con menos de individuos) representaron la mayor parte de los individuos, con un único individuo por especie registrada, estas especies representan más del 71.42% de las especies encontradas en el Área de Influencia.

En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.97, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 2.94, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este Índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad el Área de Influencia del proyecto es Media, con una Equitatividad Media (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 1.11 en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Tabla IV. 45. Riqueza y diversidad de especies de fauna en el Área del Proyecto.

Riqueza	14
Individuos	18
Índice de Simpson	0.9739
Índice de Shannon	2.943
Equitatividad	1.115

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

COMPARATIVO DEL SA, ÁREA DE INFLUENCIA Y ÁREA DEL PROYECTO

Tabla IV. 46. Comparativo de Riqueza y diversidad de especies de fauna en el SA, Área de Influencia y Área del Proyecto.

CONCEPTO	RESULTADO		
	Sistema Ambiental	Área de Influencia	Área del proyecto
Riqueza	26	18	14
Individuos	68	27	18
Índice de Simpson	0.9601	0.9715	0.9739
Índice de Shannon	3.263	3.129	2.943
Equitatividad	1.002	1.083	1.115

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Lo anterior refleja la diferencia que existe entre el SA, el AI con el Área del Proyecto, esto principalmente, ya que el SA presenta una diversidad Alta especialmente por encontrarse en zonas de difícil acceso, aunado a la lejanía con los poblados, lo que permite este grado de conservación, por su parte el AI su diversidad es también alta por las razones anteriormente expuestas, por su parte respecto al Área del Proyecto su diversidad es Media, esto debido, a que a pesar de encontrarse en medio de un camino pavimentado de manera artesanal, lo que evidencia perturbaciones recientes y constantes.

ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS, EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL.

La importancia de la fauna mexicana es producto de su alta diversidad, riqueza y número de endemismos que es posible encontrar en el territorio nacional. El alto grado de endemismos en el país es el producto de diversos factores, como la gran diversidad de hábitats, topografía y clima, así como un alto grado de aislamiento ecológico y biogeográfico.

La relación de animales registrados en los muestreos de fauna para el presente proyecto permitió determinar que existen tres especies listadas dentro de la Legislación Mexicana vigente (NOM-059-SEMARNAT-2010), estas son: el Turipache de Montaña (*Corytophanes hernandesii*), Iguana Verde (*Iguana iguana*), registradas bajo la categoría de "Sujeta a protección especial"; el Loro Cachetes Amarillos (*Amazona autumnalis*) registrada bajo la categoría de "Amenazada". Cabe señalar que estos se encontraron fuera del Área del Proyecto, por lo que dichos individuos NO serán afectados por el desarrollo de este. Respecto a la fauna reportada en los muestreos para el presente proyecto permitió determinar que no existen especies consideradas como endémicas de México.

Tabla IV. 47. Clasificación del estatus de 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 48. Representación de las especies listadas en alguna categoría dentro de la Legislación Mexicana vigente NOM-059-SEMARNAT-2010.



Turipache de Montaña (*Corytophanes hernandesii*)



Iguana Verde (*Iguana iguana*)



Loro Cachetes Amarillos (*Amazona autumnalis*)

Fuente: ENCICLOVIDA, 2023

Tabla IV. 48. Listado general de especies encontrado dentro de los muestreos realizados dentro del SA.

Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-ECOL-059-SEMARNAT	Endemismo
Emydidae	Trachemys	*Trachemys venusta*	Tortuga de Guadalupe		
Corytophanidae	Corytophanes	*Corytophanes hernandesii*	Turipache de Montaña	Pr	
Iguanidae	Iguana	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	
Phrynosomatidae	Sceloporus	*Sceloporus variabilis*	Lagartija Espinosa Vientre		

Clase	Familia	Especie	Nombre común	NOM-ECOL-059-SEMARNAT	Endemismo
Anatidae	Dendrocygna	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas		
Cuculidae	Crotophaga	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy		
Trochilidae	Amazilia	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo		
Ardeidae	Egretta	*Egretta caerulea*	Garza Azul		
Ardeidae	Nycticorax	*Nycticorax nycticorax*	Garza Nocturna Corona Negra		
Cathartidae	Coragyps	*Coragyps atratus*	Zopilote Común		
Cathartidae	Cathartes	*Cathartes aura*	Zopilote Aura		
Strigidae	Glaucidium	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño		
Falconidae	Caracara	*Caracara plancus*	Caracara Quebrantahuesos		
Falconidae	Amazona	*Amazona autumnalis*	Loro Cachetes Amarillos	Pr	
Furnariidae	Synallaxis	*Synallaxis erythrothorax*	Hormiguero Pepito		
Tyrannidae	Empidonax	*Empidonax flaviventris*	Papamoscas Vientre Amarillo		
Tyrannidae	Tyrannus	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí		
Tyrannidae	Tyrannus	*Tyrannus savana*	Tirano Chibiú		
Hirundinidae	Hirundo	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta		
Troglodytidae	Pheugopedius	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado		
Mimidae	Mimus	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical		
Icteridae	Icterus	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore		
Parulidae	Geothlypis	*Geothlypis trichas*	Mascarita Común		
Cardinalidae	Passerina	*Passerina caerulea*	Picogordo Azul		
Thraupidae	Tiaris	*Tiaris olivaceus*	Semillero Oliváceo		
Sciuridae	Sciurus	*Sciurus aureogaster*	Ardilla Vientre Rojo		

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

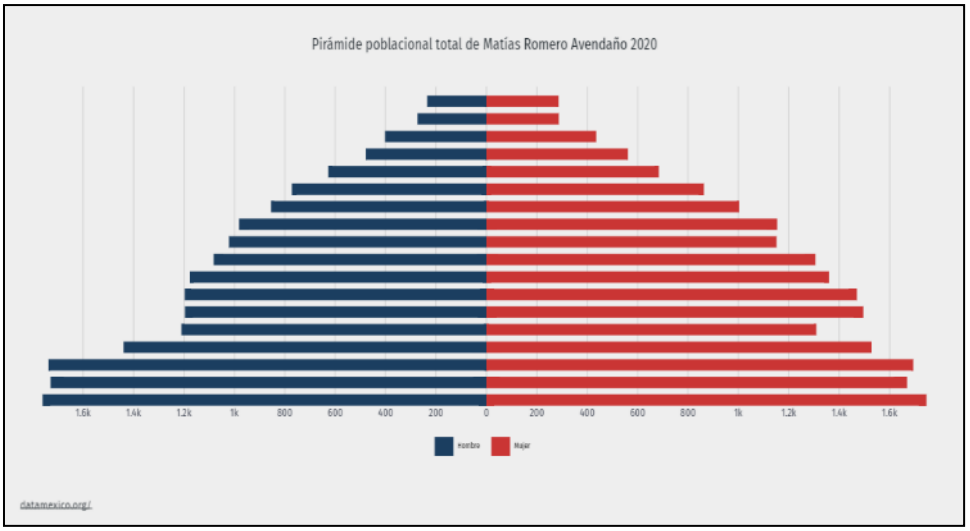
Con lo anterior se muestra que, en el proyecto, así como en las proximidades al mismo, no existen especies animales que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las seis especies catalogadas en categorías de riesgo de acuerdo con la legislación mexicana vigente se encontraron a más de 1 km del área del proyecto por lo que no se verán afectados por el presente proyecto.

IV.4 COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

POBLACIÓN

La población total de Matías Romero Avendaño en 2020 fue 38,183 habitantes, siendo 52.4% mujeres y 47.6% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 0 a 4 años (3,507 habitantes), 10 a 14 años (3,432 habitantes) y 5 a 9 años (3,398 habitantes). Entre ellos concentraron el 27.1% de la población total.

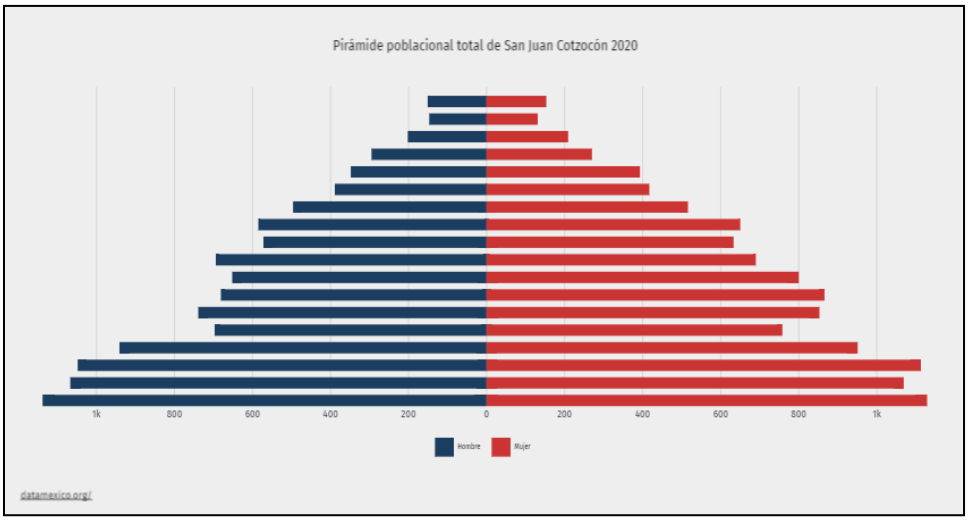
Imagen IV. 49. Pirámide poblacional total de Matías Romero Avendaño 2020



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020 - Cuestionario Básico

La población total de San Juan Cotzocón en 2020 fue 22,444 habitantes, siendo 51.7% mujeres y 48.3% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 0 a 4 años (2,267 habitantes), 10 a 14 años (2,161 habitantes) y 5 a 9 años (2,136 habitantes). Entre ellos concentraron el 29.2% de la población total.

Imagen IV. 50. Pirámide poblacional total de San Juan Cotzocón 2020

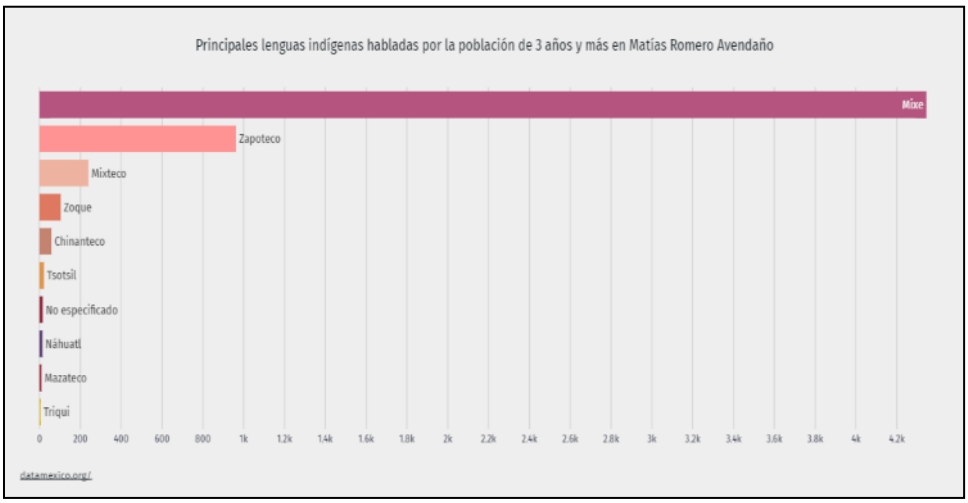


Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020 - Cuestionario Básico

LENGUA INDÍGENA

La gráfica muestra las 10 principales lenguas indígenas habladas por la población de Matías Romero Avendaño. La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 5.79 k personas, lo que corresponde a 15.2% del total de la población de Matías Romero Avendaño. Las lenguas indígenas más habladas fueron Mixe (4,345 habitantes), Zapoteco (963 habitantes) y Mixteco (239 habitantes).

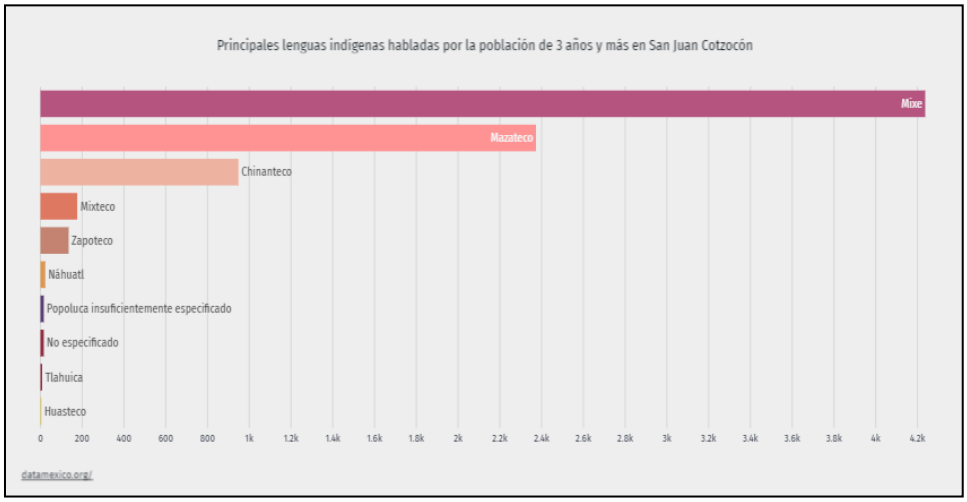
Imagen IV. 51. Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en Matías Romero Avendaño



Fuente: Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado)

La gráfica muestra las 10 principales lenguas indígenas habladas por la población de San Juan Cotzocón. La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 7.96k personas, lo que corresponde a 35.5% del total de la población de San Juan Cotzocón. Las lenguas indígenas más habladas fueron Mixe (4,237 habitantes), Mazateco (2,373 habitantes) y Chinanteco (948 habitantes).

Imagen IV. 52. Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en San Juan Cotzocón 2020



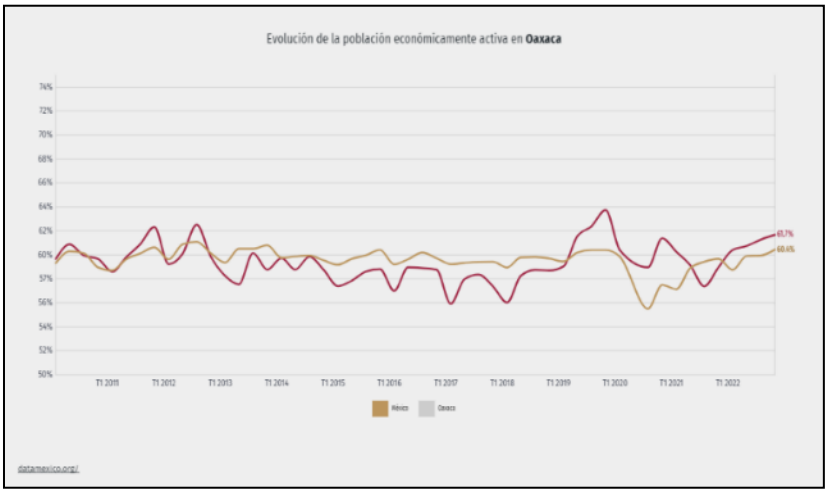
Fuente: Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado)

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)

** Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Oaxaca, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.*

En el cuarto trimestre de 2022, la tasa de participación laboral en Oaxaca fue 61.7%, lo que implicó un aumento de 0.41 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (61.3%). La tasa de desocupación fue de 1.28% (24.8k personas), lo que implicó una disminución de 0.12 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (1.41%)

Imagen IV. 53. Evolución de la población económicamente activa en Oaxaca

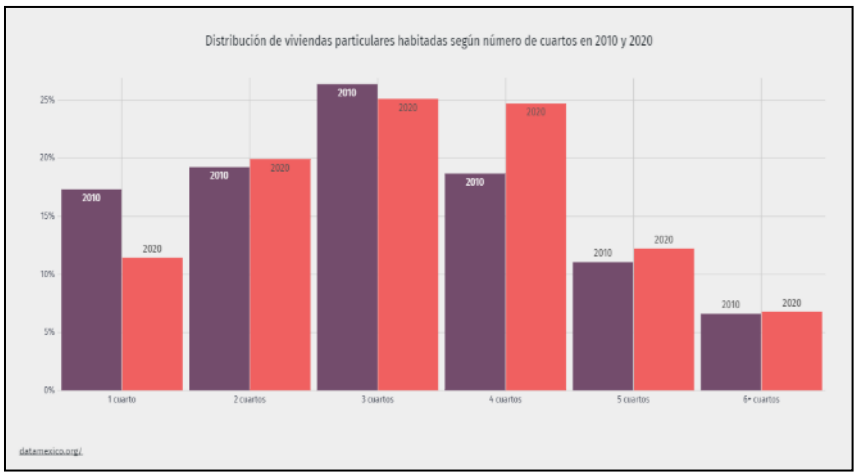


Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE)

VIVIENDA

En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 25.1% y 24.7%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 38.7% y 38.7%, respectivamente.

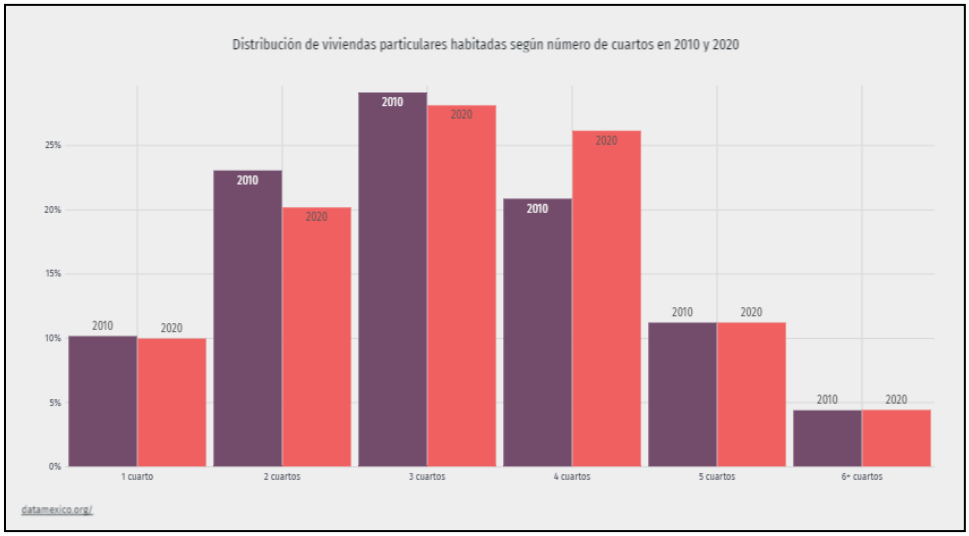
Imagen IV. 54. Distribución de viviendas particulares habitadas según número de cuartos en 2010 y 2020 en Matías Romero Avendaño



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020

En 2020, la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaba con 3 y 4 cuartos, 28.1% y 26.1%, respectivamente. En el mismo periodo, destacan de las viviendas particulares habitadas con 1 y 2 dormitorios, 42% y 38.3%, respectivamente.

Imagen IV. 55. Distribución de viviendas particulares habitadas según número de cuartos en 2010 y 2020 en San Juan Cotzocón 2020

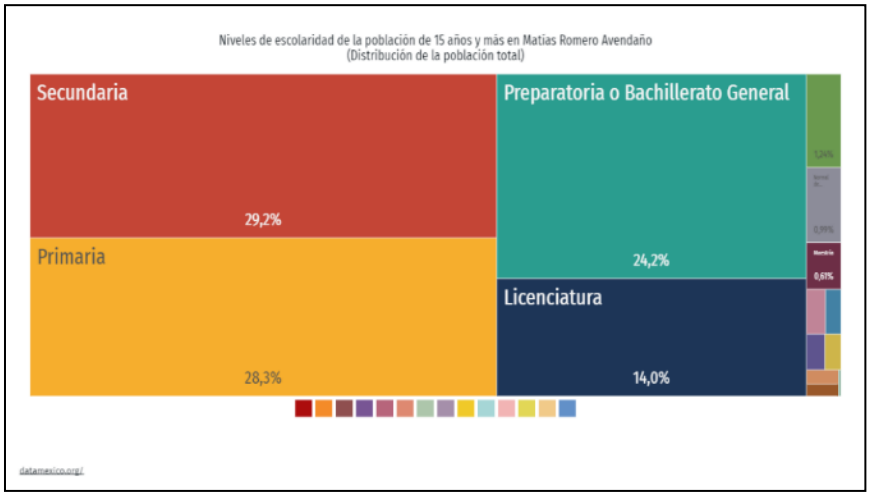


Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020

EDUCACIÓN

La gráfica muestra la distribución porcentual de la población de 15 años y más en Matías Romero Avendaño según el grado académico aprobado. En 2020, los principales grados académicos de la población de Matías Romero Avendaño fueron Secundaria (7.25k personas o 29.2% del total), Primaria (7.04k personas o 28.3% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (6.02k personas o 24.2% del total).

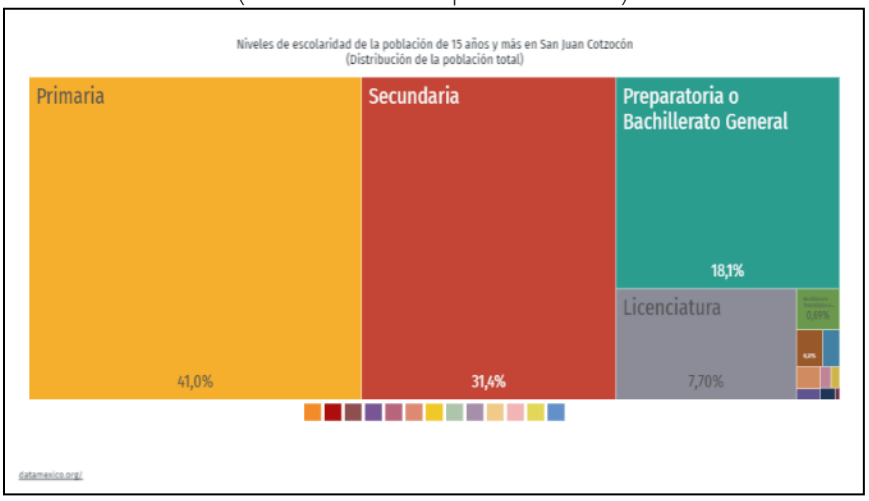
Imagen IV. 56. Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más en Matías Romero Avendaño (Distribución de la población total)



Fuente: Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado)

La gráfica muestra la distribución porcentual de la población de 15 años y más en San Juan Cotzocón según el grado académico aprobado. En 2020, los principales grados académicos de la población de San Juan Cotzocón fueron Primaria (5.46k personas o 41% del total), Secundaria (4.18k personas o 31.4% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (2.4k personas o 18.1% del total).

Imagen IV. 57. Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más en San Juan Cotzocón 2020 (Distribución de la población total)

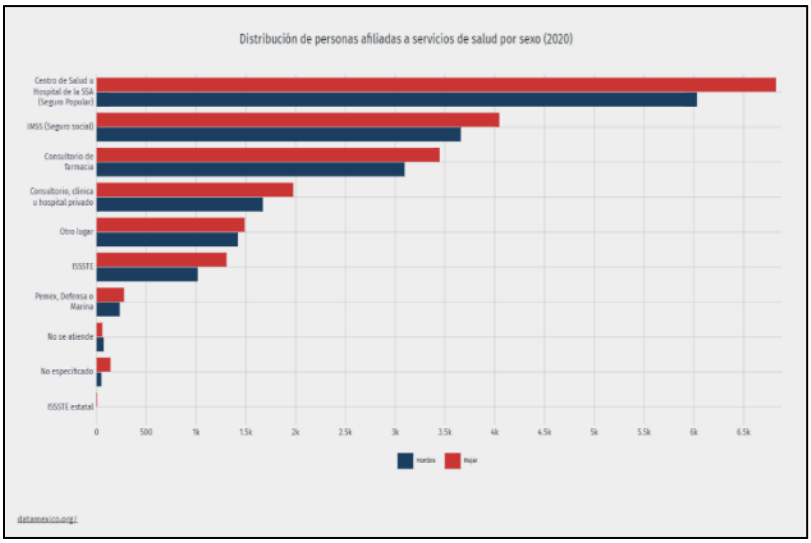


Fuente: Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado)

SALUD

En Matías Romero Avendaño, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (12.9k), IMSS (Seguro social) (7.71k) y Consultorio de farmacia (6.54k). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (12.2k) y No Especificado (11.2k).

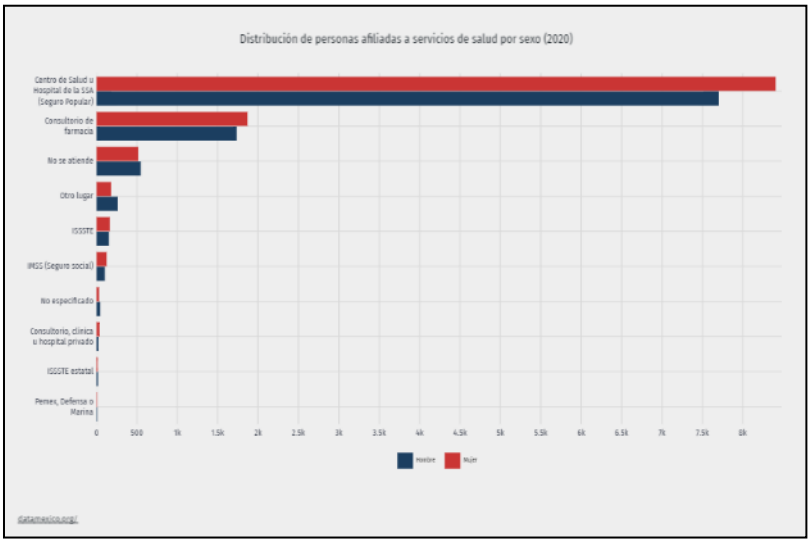
Imagen IV. 58. Distribución de personas afiliadas a servicios de salud por sexo en Matías Romero Avendaño (2020)



Fuente: Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado).

En San Juan Cotzocón, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (16.1k), Consultorio de farmacia (3.61k) y No se atiende (1.07k). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (16.7k) y No Especificado (4.33k).

Imagen IV. 59. Distribución de personas afiliadas a servicios de salud por sexo en San Juan Cotzocón (2020)



Fuente: Censo Población y Vivienda (Cuestionario ampliado).

IV.5. PAISAJE.

Como parte de una evaluación integral, se considera al paisaje como un elemento o sintético de todo conjunto de características del medio físico, biótico y social. El correcto análisis del paisaje proporciona elementos importantes respecto de la situación actual, antecedentes y las posibilidades futuras de desarrollo en la región y aunque su efecto sólo es visual e integral, es un buen indicador que muestra las tendencias y comportamiento de los aspectos de conservación ambiental y hábitat de especies silvestres, la fragmentación del hábitat, tamaño y conformación de matrices, corredores y parches, son aspectos importantes para conocer si se ha rebasado la resistencia y resiliencia del sistema. El inventario del paisaje incluye la descripción y valoración de la singularidad paisajística o elementos naturales o artificiales sobresalientes, así como los componentes relevantes de carácter científico, cultural e histórico.

SÍNTESIS DE LOS COMPONENTES DEL MODELO DE PAISAJE.
El estudio del paisaje se basa en la interpretación y explicación de lo que ve un sujeto, principalmente caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos por el observador (vegetación, cultivos, relieve, corrientes de agua, rocas expuestas, etc.); Asimismo se puede considerar al paisaje como un recurso natural que tiene una consideración especial dentro de la valoración ambiental cuando está en función de los proyectos de desarrollo. La valoración del paisaje incorpora a los recursos naturales y actividades antrópicas, con ello esta valoración se hace a través de la calidad y la fragilidad.

CALIDAD VISUAL.
La calidad visual se refiere a la valoración del atractivo visual, y se ha establecido como un recurso básico y parte esencial, recibiendo igual consideración que los demás recursos del medio físico, además es valorado en

términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje es una acción de interpretación por parte del observador donde además del problema perceptivo surge una nueva complicación: la adjudicación posterior de un valor. Una vez que el evaluador ha percibido el escenario el proceso de evaluación le exige realizar una ponderación de los componentes de la escenografía ambiental que puede resultar subjetiva y diferente de un segundo evaluador, por ello se considera que la calidad visual del paisaje tiene interés para adoptar alternativas de uso o cuando se necesitan cánones de comparación. Ahora bien, todo intento de evaluar la calidad paisajística de un espacio debe asumir la existencia de posturas subjetivas. Pero siempre se debe tratar de tener objetividad de lo que se ve con la finalidad de marcar aspectos que permitan comparar situaciones distintas, por ejemplo, comparar la misma situación del paisaje, y su tendencia a lo largo del tiempo sin proyecto y con proyecto. Asimismo, se realizó la ponderación de la calidad escénica, utilizando las siguientes consideraciones:

Tabla IV. 49. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica.

Ponderación	5	3	1
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas ígneas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran Variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante (glaciares)	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Ponderación	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Algunas variedades en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Ponderación	5	3	0
Hidrología	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Ponderación	5	3	1
Color	Combinaciones De color intensa y variada, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados.
Ponderación	5	3	0
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Ponderación	6	2	1
Rareza	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Ponderación	2	1	0
Actividades humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En el sitio se obtienen las coordenadas geográficas y el área susceptible de modificación potencial, de acuerdo con la estructura del paisaje, posteriormente fueron identificados los atributos del paisaje que pudieran ser afectados por el proyecto y la simulación del contraste visual:

1. Toma de fotografías en cada sitio seleccionado, la cual muestra la situación del escenario sin la presencia del proyecto.
2. Registro y valoración de elementos del paisaje, en formato de campo ex profeso.
3. Manejo de imágenes en gabinete.

Los criterios para la evaluación de la calidad escénica se presentan en la tabla siguiente, donde los atributos considerados están justificados en su operación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management

(BLM) de Estados Unidos y para la valoración final se toma de la misma metodología los niveles de sensibilidad de acuerdo con la sumatoria de ponderación como se muestra en la tabla de Valoración al paisaje.

CALIDAD VISUAL.

Con las metodologías utilizadas se observó que, en la zona del proyecto se pueden determinar las siguientes unidades de paisaje bien diferenciadas:

- Agricultura de humedad anual y permanente
- Asentamientos humanos
- Pastizal cultivado
- Vegetación Secundaria Arborea y Arbustiva de Selva Alta Perennifolia

- Agricultura de humedad anual y permanente: Unidad paisajística que tendrá interacción directa con el desarrollo del proyecto, abarcando la porción Sur/Sureste del Sistema Ambiental. Presenta un valor estético Común.

Imagen IV. 60. Agricultura de humedad anual y permanente.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

- Pastizal cultivado: Siendo la unidad paisajística de mayor extensión en el Sistema Ambiental, mantiene un equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro.

Imagen IV. 61. Pastizal cultivado



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

- Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Alta Perennifolia: Unidad paisajística que representa poco menos del 9% de la superficie total del SA y es la única que no tendrá interacción directa con el proyecto. Esta unidad paisajística, tiene una calidad visual media.

Imagen IV. 62. Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Alta Perennifolia



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Para realizar la valoración paisajística se tomaron los siguientes criterios de valoración:

1) Valoración estética:
   - ✓ Común o áreas con características y rasgos ordinarios en la región;
   - ✓ Frecuente o áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros;
   - ✓ Excepcional o única, áreas que reúnen características excepcionales para cada aspecto valorado.

2) Valoración ecosistémica
   - ✓ Conservada, guarda procesos ecosistémicos originales y con alta resiliencia;
   - ✓ Deteriorada, los procesos ecosistémicos han sido alterados y disminuye su resiliencia;
   - ✓ Progresiva, existen factores o fuerzas exógenas, que están promoviendo esa tendencia, ya sea de conservación o de deterioro;
   - ✓ Regresiva, donde existen factores o fuerzas exógenas y endógenas, que revierten esta tendencia.

Para valorar el paisaje en el sitio se realiza la sumatoria de la ponderación de atributos y el resultado obtenido se incluye en alguna de las tres categorías de sensibilidad indicadas en la tabla siguiente:

Tabla IV. 50. Sensibilidad del Paisaje por algún tipo de alteración.

PONDERACIÓN	SENSIBILIDAD	CATEGORÍA	CRITERIO	VALOR NUMÉRICO
A	Alta	Clímax	Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogenéticos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural.	19 – 33
B	Media	Paraclímax	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.	12 – 18
C	Baja	Degradado	Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, La posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro.	0 - 11

Fuente: González Alonso Santiago et al, (1983) modificada por promovente, 2009

En el área de estudio, predominan las condiciones ecológicas de "Degradado Progresivo", en las unidades paisajísticas donde es predominante la vegetación de Agricultura de temporal anual, que incluyen los distintos caminos ya sea carreteras pavimentadas y/o veredas, es decir el proceso de resiliencia ha disminuido gracias a que los procesos ecosistémicos se han alterado, aunque esta tendencia puede revertirse toda vez que existen factores en el Sistema que favorecen esta tendencia.

Los grados de perturbación, según Mateo y Ortiz (2001), se presentan como:

I. Degradado: donde el sistema ha sufrido importantes perturbaciones,
II. Conservado: donde los ecosistemas mantienen sus procesos ecosistémicos y grado de resiliencia,
III. Progresivo: donde el sistema degradado continua su degradación o el conservado continúa con su poder de resiliencia,
IV. Regresivo: los sistemas degradados registran una tendencia a la recuperación del equilibrio, o donde los sistemas conservados pierden su poder de regeneración de elementos bióticos. Existen paisajes regresivos o progresivos por causa antrópica (áreas periurbanas) y por causa natural (zonas desérticas y zonas con intensos procesos de erosión natural, o grado de resiliencia).

Con los criterios anteriores se presenta la siguiente tabla de valoración total del paisaje.

Tabla IV. 51. Valoración del paisaje del Proyecto.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	VALORACIÓN ESTÉTICA	VALORACIÓN ECOSISTÉMICA	CALIDAD VISUAL
Agricultura De Humedad Anual Y Permanente	Común	Degradado	Baja
Pastizal Cultivado	Común	Degradado	Baja
Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Alta Perennifolia	Frecuente	Degradado	Media

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

FRAGILIDAD VISUAL.

La fragilidad visual se evalúa teniendo también como base la geomorfología, vegetación y los elementos que encubren a otros, considerando que la fragilidad visual crece con la magnitud del contraste entre geomorfología, suelo y vegetación y disminuye con los que enmascaren una nueva actividad que pretenda ser incorporada a la zona de estudio, donde el factor enmascararte más importante es el relieve. Por otra parte, la vegetación; a mayor pendiente, mayor es la fragilidad visual y a medida que la pendiente se suaviza la absorción de las modificaciones a un paisaje, se atenúan paulatinamente. Lo anterior como resultado de que una visual resulta más vulnerable a medida que tiene una mayor visibilidad. En la tabla siguiente se presentan los resultados.

Tabla IV. 52. Fragilidad visual del Sistema Ambiental del Proyecto.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	FACTORES INTRÍNSECOS			FACTORES EXTRÍNSECOS			FRAGILIDAD VISUAL
	ABUNDANCIA DE ELEMENTOS	TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE (INCIDENCIA VISUAL)	COMPLEJIDAD	CAMPO VISUAL	ACCESIBILIDAD	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	
Agricultura De Humedad Anual Y Permanente	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Baja	Media
Pastizal Cultivado	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Baja	Media
Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Alta Perennifolia	Media	Alta	Media	Media	Media	Media	Alta

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla IV. 53. Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica.

	Fragilidad visual			
Calidad visual	Categoría	Alta	Media	Baja
	Alta	1	2	3
	Media	2	3	4
	Baja	3	4	5

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Con los resultados de este cruce se desarrolla la tabla de capacidad de acogida ecológica, donde los valores numéricos tienen el significado siguiente:

Tabla IV. 54. Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica.

CLAVE	PONDERACIÓN PAISAJÍSTICA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
	1	Baja capacidad de acogida o sensibilidad alta al cambio	Zona de alta calidad y fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.
	2		Zona de alta calidad y baja o moderada fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje.
	3	Modera capacidad de acogida ecológica o sensibilidad media	Zona de calidad y fragilidad medias, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables.
	4		Zonas de calidad media a baja y fragilidad media baja, que pueden incorporase a la clase 5, cuando sea preciso
	5	Mayor capacidad de acogida o sensibilidad baja al cambio	Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla IV. 55. Capacidad de Acogida Ecológica del Proyecto.

		Calidad visual		
	Subunidad paisajística	Agricultura De Humedad Anual Y Permanente	Pastizal Cultivado	Vegetación Secundaria Arborea y Arbustiva De Selva Alta
Fragilidad visual	Agricultura De Humedad Anual Y Permanente	4		
	Pastizal Cultivado		4	
	Vegetación Secundaria Arborea y Arbustiva De Selva Alta Perennifolia			3

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Conforme a la tabla anterior se establece que, 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 Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca, ya que éste conectará caminos existentes de terracería que facilitan el acceso a los terrenos agrícolas de la zona, teniendo clara evidencia de remoción del horizonte superficial. Es decir, que el proyecto se puede calificar como compatible, esto al presentar una moderada - alta capacidad de acogida ecológica.

IV.6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Sistema Ambiental 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.

MEDIO ABIÓTICO.
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-2015 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.

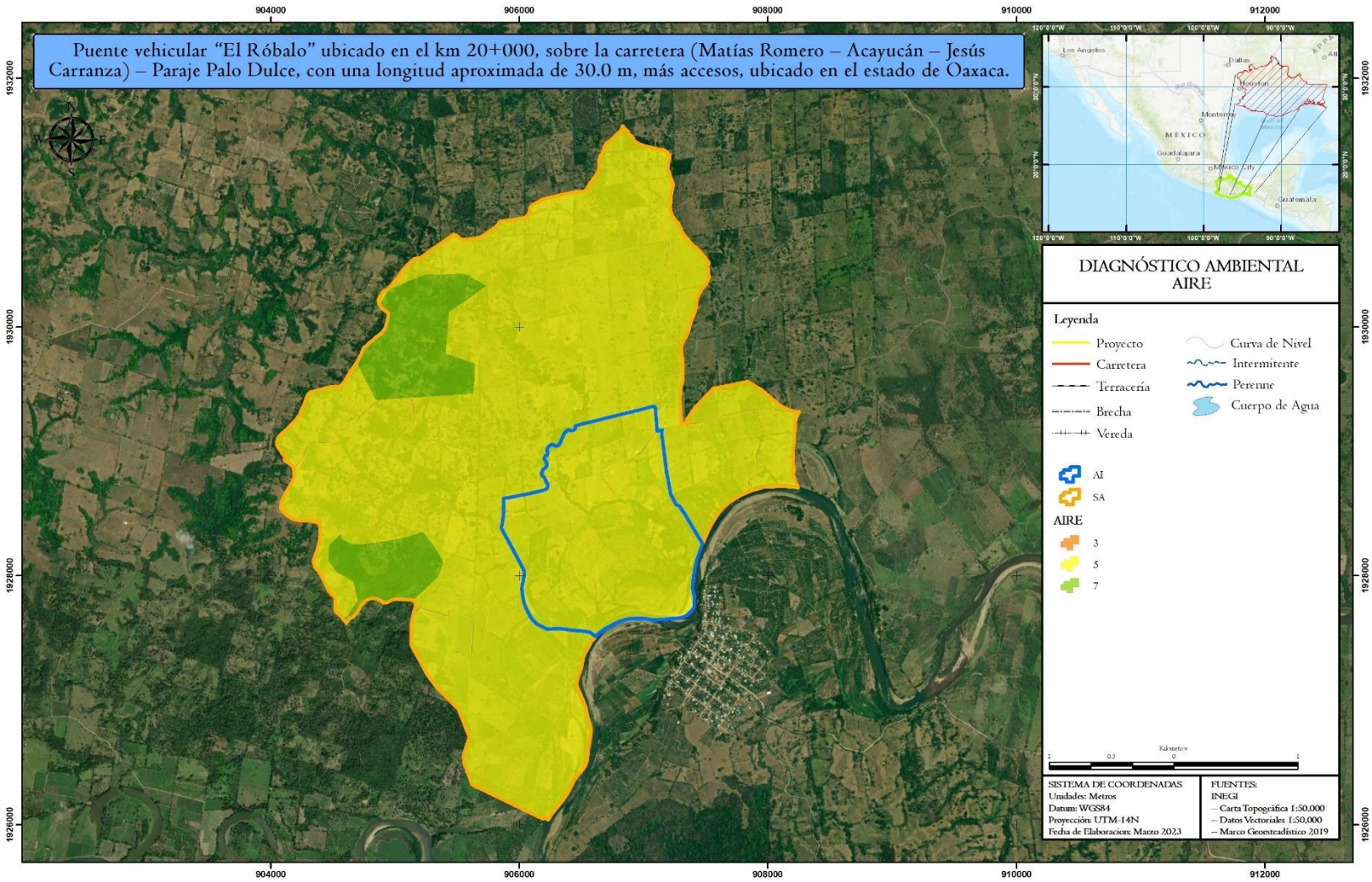
Tabla IV. 56 Ponderación del Aire.

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.
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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 63 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Aire)



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

La imagen anterior señala que la zona de mejor calidad ambiental en lo que respecta al elemento aire, se tratan de todas las zonas prevalecientes de vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia con una buena calidad (7). Lo anterior obedece a que las selvas altas perennifolias son conocidas por su alta biodiversidad y por actuar como sumideros de carbono, lo que ayuda a reducir la concentración de dióxido de carbono en el aire. Además de que este tipo de vegetación puede contribuir a la retención de partículas suspendidas y al filtrado del aire. En segundo sitio de calidad ambiental el pastizal cultivado y la agricultura presentan una calidad regular/modificada (5). La ponderación anterior es dada debido a que, las actividades agrícolas asociadas, como el uso de maquinaria agrícola y la aplicación de fertilizantes o pesticidas, pueden contribuir a la emisión de contaminantes atmosféricos, como partículas finas, gases y compuestos orgánicos volátiles. En tercer sitio, las brechas y las veredas presentan una ponderación catalogada como mala con (3) con emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas.

SUELO.

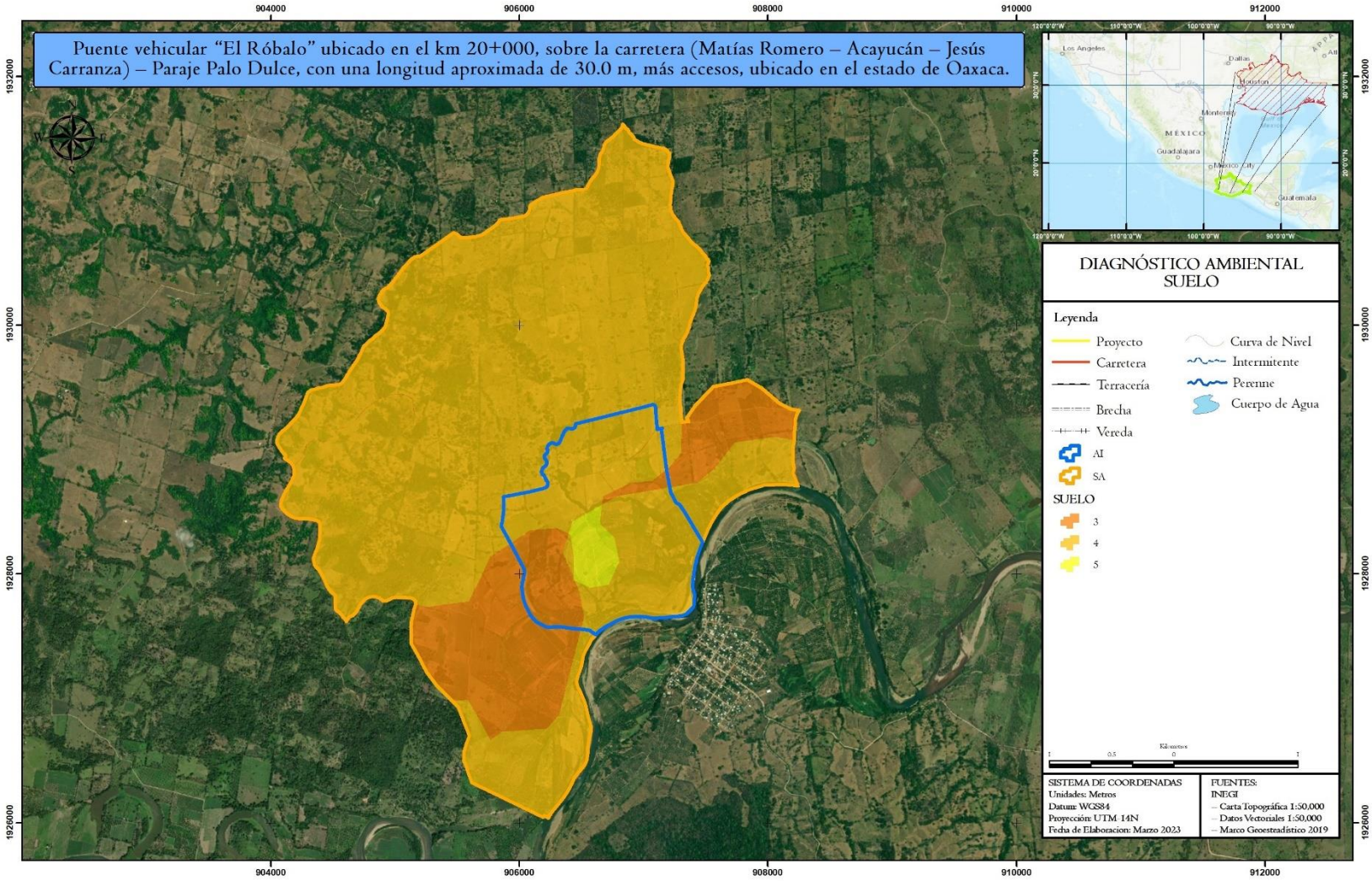
En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador. El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla IV. 57 Ponderación del 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 64. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Suelo)



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En el Sistema Ambiental se presentan suelos acrisoles de textura fina, los cuales son suelos que se encuentran en áreas tropicales y subtropicales con alta precipitación. Son suelos ácidos y presentan una baja fertilidad natural debido a la lixiviación intensa y la erosión. La compactación y la pérdida de suelo son problemas comunes en estos suelos. El manejo adecuado y las prácticas de conservación son esenciales para mantener y mejorar la productividad de los Acrisoles y preservar su sostenibilidad a largo plazo. Además, el Sistema presenta erosión hídrica laminar leve y moderada. Tomando en consideración lo anterior, el Sistema presenta 3 tipos de evaluaciones, siendo la mejor ponderación la calidad regular/modificada (5), con erosión media; le sigue la calidad moderada (4) con erosión media y, finalmente, se presenta una calidad mala (6) con erosión severa.

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.

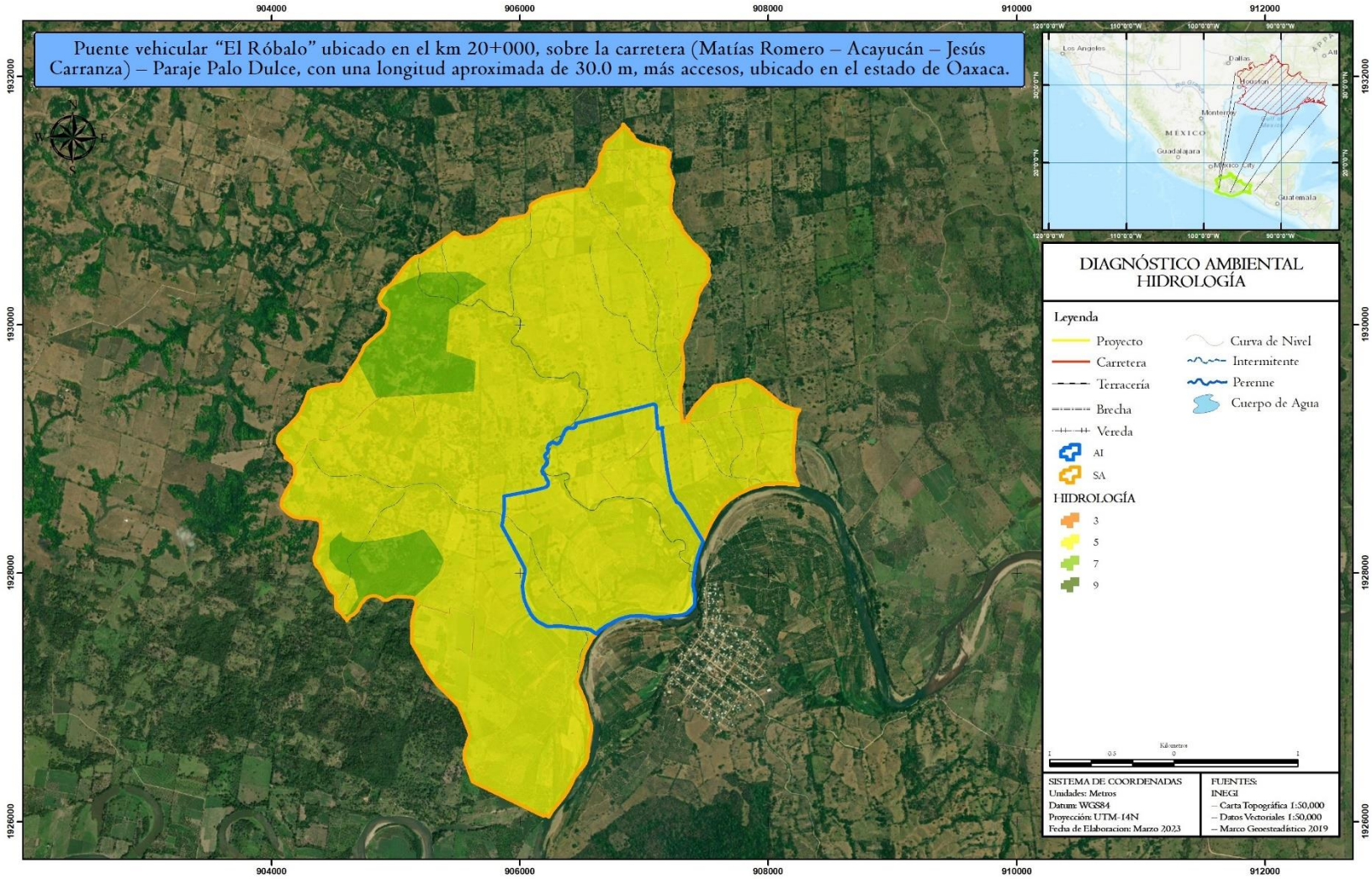
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla IV. 58 Ponderación de la 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 65 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Hidrología)



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Como se puede apreciar en la imagen anterior gran parte de la zona del parteaguas presenta la mayor ponderación con las corrientes y cuerpos de agua con la máxima capacidad de infiltración (9). En segundo sitio se localiza la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia con una ponderación igual a 7 (buena) con 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. Enseguida se ubican las zonas de los pastizales cultivados y las zonas agrícolas con 5 (regular/modificada), lo cual obedece a que el agua es contaminada por excretas ganaderas directamente a través de escurrimientos, infiltraciones y percolación profunda en las granjas, e indirectamente por escorrentías y flujos superficiales desde zonas de pastoreo y tierras de cultivo. El nitrógeno es abundante en el estiércol, y está relacionado con la contaminación de aguas subterráneas por la lixiviación de nitrato a través del suelo, mientras que el fósforo del estiércol está relacionado con la contaminación de aguas superficiales. Las brechas, veredas con 3 (mala), con capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua y escasa retención de agua.

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.

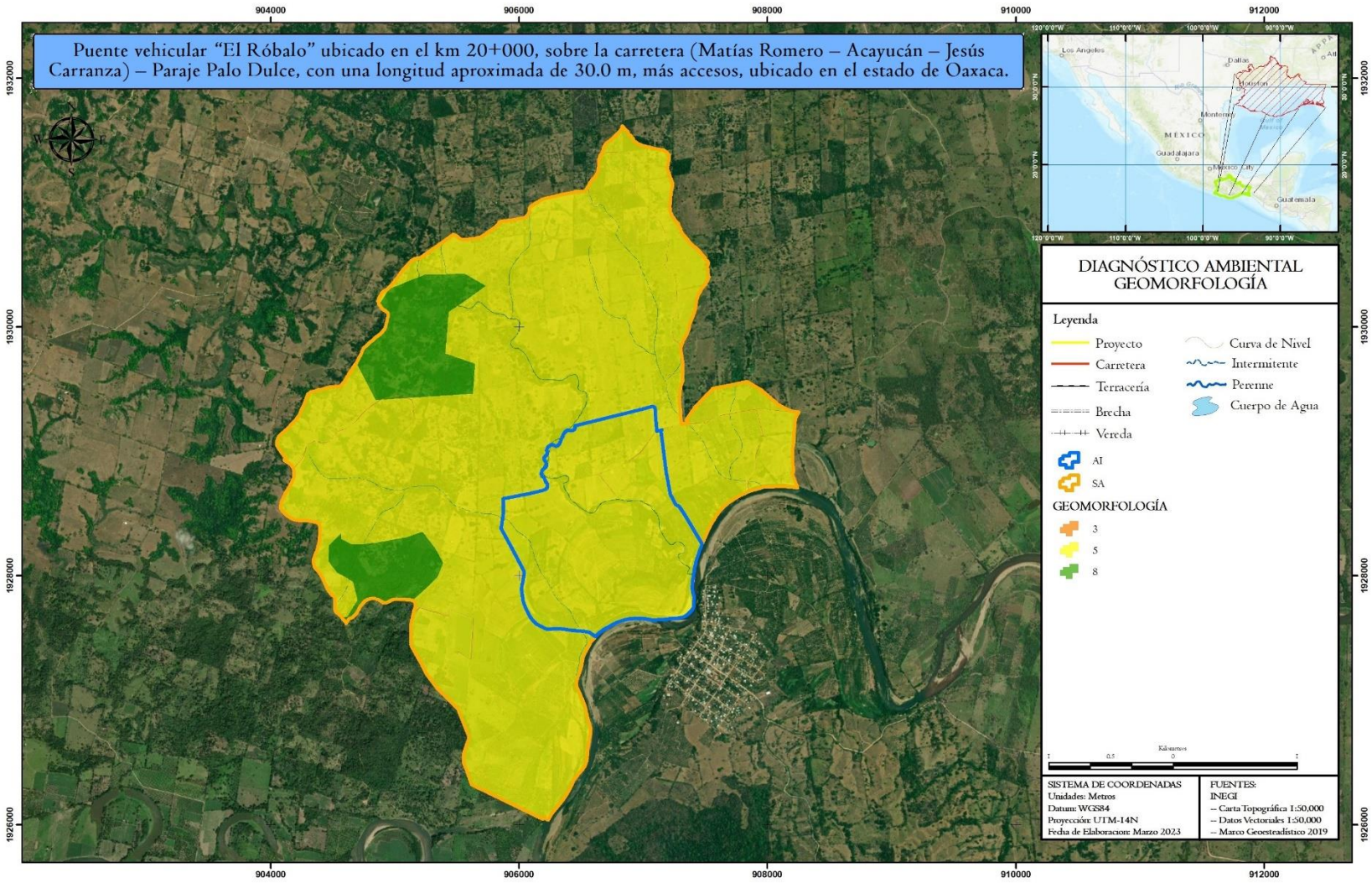
Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

Tabla IV. 59. 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 66 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Geomorfología)



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Como se describió oportunamente en apartados anteriores, El Sistema Ambiental, junto con el Área de Influencia del trazo del proyecto pertenece a la Llanura Costera Veracruzana. Esta es una región ubicada en el sureste de México, que se extiende desde el sur del estado de Veracruz hasta la península de Yucatán, abarcando también el norte de Tabasco y el este de Campeche. Esta provincia se encuentra en la costa del Golfo de México, y es una de las regiones más importantes del país en términos de producción agrícola, ganadera y pesquera. Asimismo, el Sistema Ambiental junto con el Área de Influencia se asienta sobre la Subprovincia Llanura Costera Veracruzana, esta subprovincia fisiográfica se caracteriza por tener una topografía relativamente plana, con una altitud promedio de entre 10 y 100 metros sobre el nivel del mar. La llanura costera está conformada por una serie de terrazas aluviales, que se han formado por los sedimentos depositados por los ríos que desembocan en el Golfo de México. Para el caso particular del Sistema Ambiental, éste presenta altitudes que oscilan entre los 220 msnm hasta los 400 msnm. El lomerío es un tipo de relieve caracterizado por la presencia de colinas suaves y redondeadas, que se encuentran dispersas en un paisaje ondulado. Estas colinas suelen tener pendientes suaves y están separadas por pequeños valles o depresiones. Las zonas mejor evaluadas en el elemento geomorfología se tratan de las zonas mejor conservadas se tratan de la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia y los cauces y cuerpos de agua con ponderación igual a 8 (muy buena), enseguida con evaluación igual a 5 (regular/modificada) pertenecen a las áreas agropecuarias. Después los caminos tipo vereda y brecha, aunado a la localidad rural antes mencionada con puntuación equivalente a 3 (mala).

MEDIO BIÓTICO.

VEGETACIÓN.

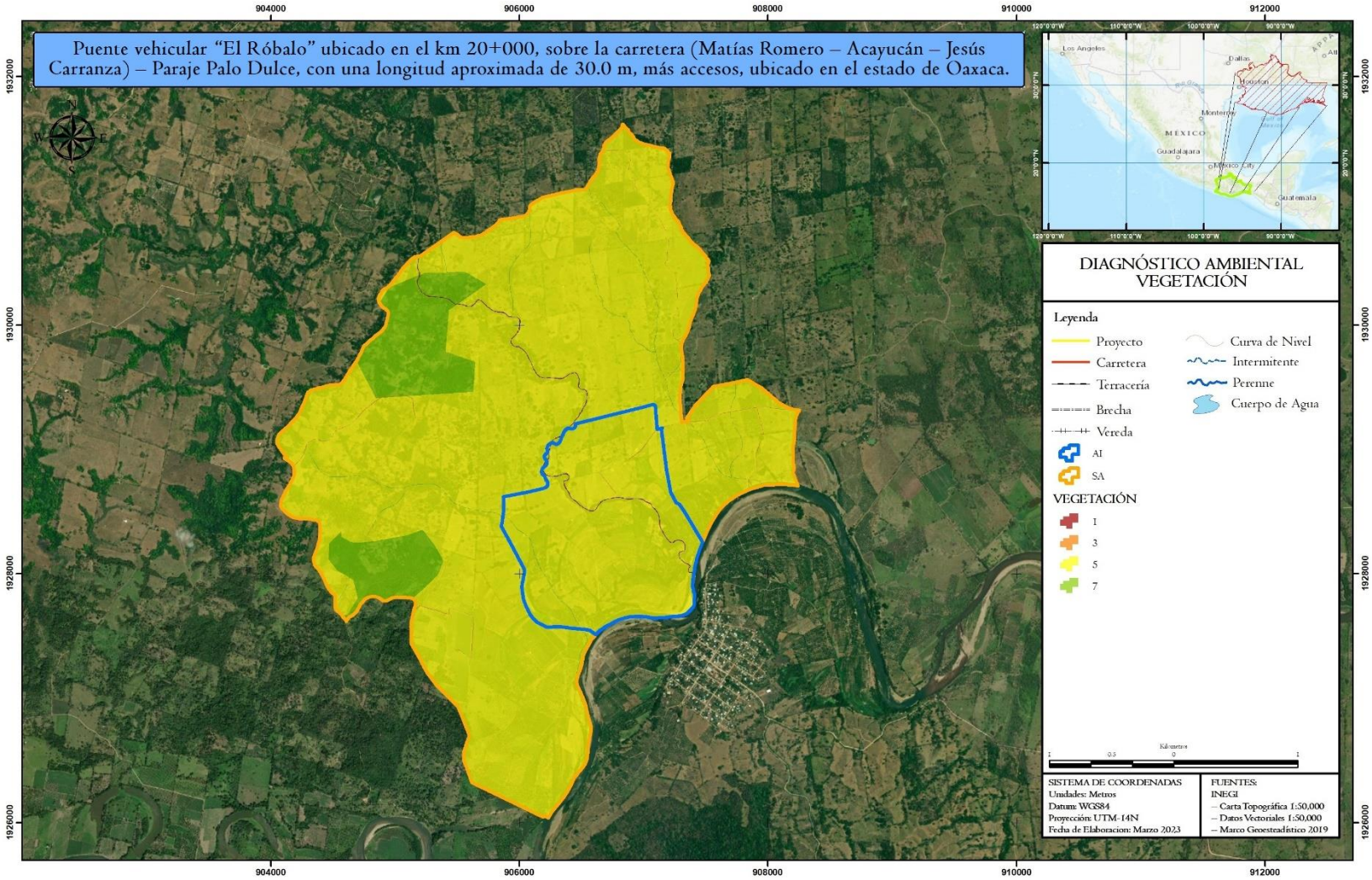
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

Tabla IV. 60 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 67 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Vegetación)



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

De acuerdo con lo exhibido en el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un paisaje completamente modificado por las actividades antropogénicas, principalmente por las actividades agropecuarias además de las vías de comunicación como son los caminos, junto con la localidad Rural Los Ángeles, En lo que antes se presume existían grandes extensiones de selva alta perennifolia han sido parcialmente cambiados con fines agropecuarios. Tomando esto en consideración se tiene que, la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia presenta la mayor ponderación igual a 7 (buena). Le siguen las zonas agropecuarias presentan una ponderación igual a 5 (regular/modificado). Los caminos tipo brecha y vereda con ponderaciones con 3 (mala). Finalmente, la localidad rural presenta la menor ponderación de 1=degradado. Todo verificable en la imagen anterior.

FAUNA.

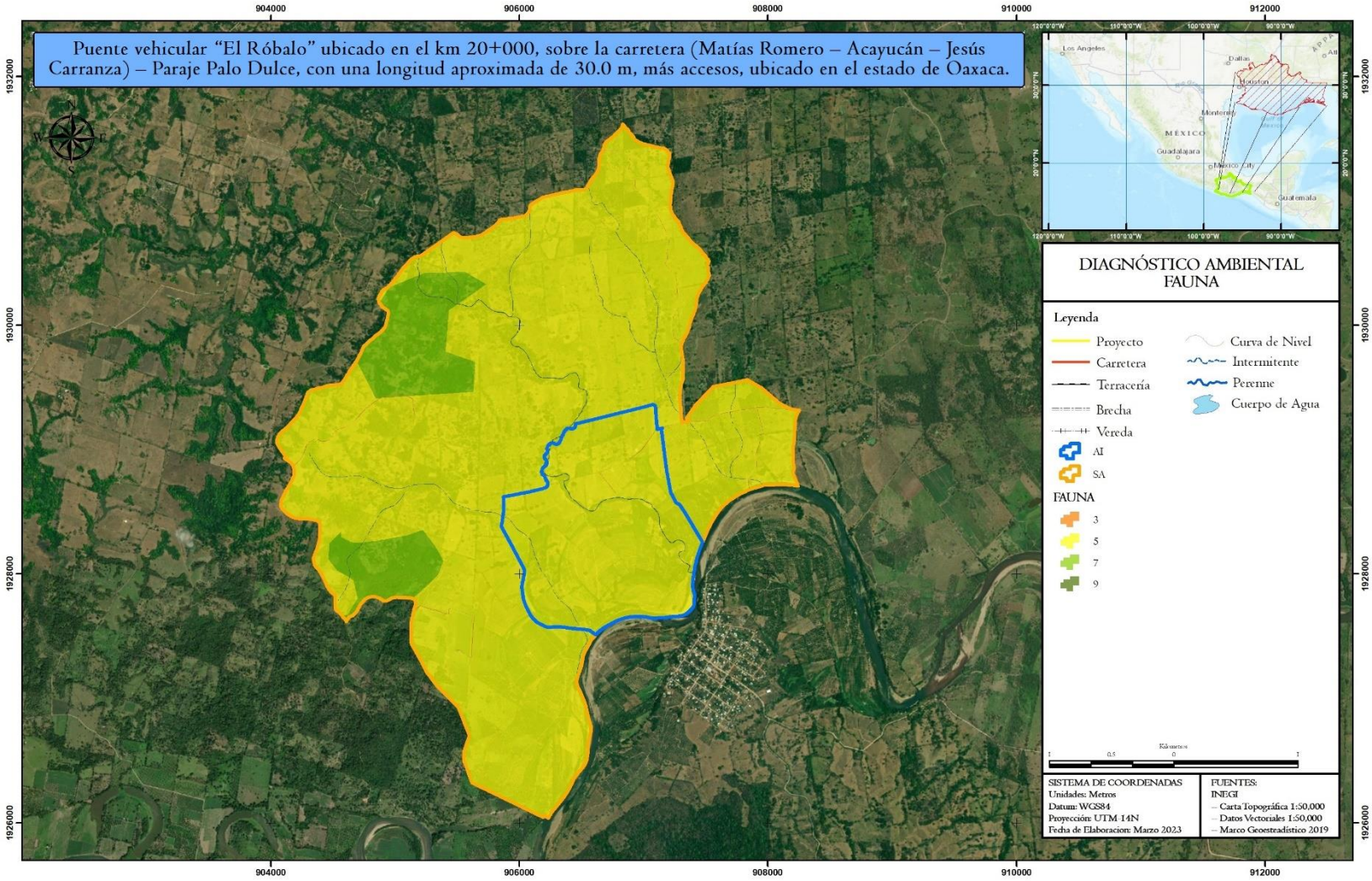
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea 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 IV. 61 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 68 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Fauna)



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen los cauces y los cuerpos de agua el con 9 (muy buena) en donde se colige existen mejores condiciones para la subsistencia de la fauna, con mayores recursos. A continuación, se ubica la vegetación secundaria de selva alta con 7 (buena). Le sigue el pastizal cultivado agricultura con 5 (moderada) y el resto de vías de comunicación, que presentan la menor ponderación de 3 (mala), en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas, veredas) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por los caminos por el "efecto trampa"), niveles más altos de perturbación y estrés, junto con la pérdida de refugios, con reducción o pérdida de hábitat, por mencionar algunas consecuencias de la existencia de este tipo de vías de comunicación y sus efectos directos sobre la fauna del lugar.

PRESENCIA ANTRÓPICA.

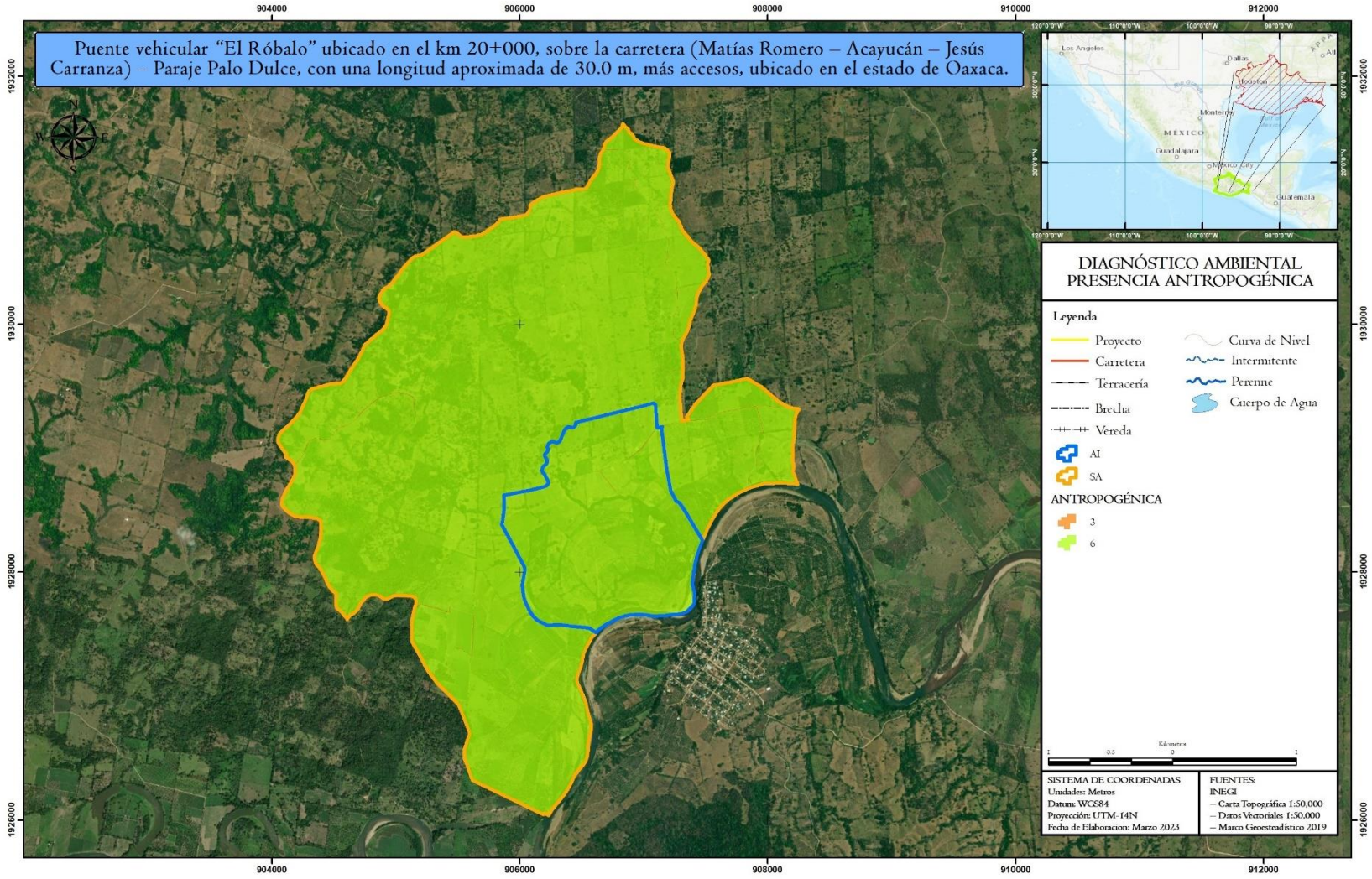
Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas del matorral, 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 IV. 62 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen IV. 69 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Presencia Antrópica)



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En la anterior imagen podemos atisbar que la mayor superficie del Sistema Ambiental buena calidad ambiental en lo que se refiere a la presencia antropogénica, con brechas, veredas, y con una moderada presencia antrópica con una localidad rural cercana.

Para el análisis del diagnóstico ambiental se utilizó el álgebra de mapas. El álgebra de mapas contiene el conjunto de procedimientos que permiten analizar capas ráster y extraer información a partir de ellas, para el presente estudio se requirió a la ayuda del programa ArcGIS 10.3.1, para manejar esta información. La información contenida en las capas es susceptible de analizarse para la obtención de otras capas referentes al mismo espacio geográfico, pero que contengan distinta información derivada de aquella. El álgebra de mapas es el conjunto de procedimientos y métodos que permiten llevar a cabo dicho análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas. Se entiende por *álgebra de mapas* el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes. Los procedimientos que se aplican sobre información geográfica en formato vectorial son por regla general clasificados dentro de otros bloques de conocimiento, como es por ejemplo el caso de las operaciones geométricas sobre datos vectoriales. Mediante este método, primero se evaluó cada factor individualmente, una vez realizado esto, se procedió a generar información de tipo ráster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un ráster único, para finalmente crear un shape con la información requerida. Al final se obtuvieron los siguientes resultados: rangos que oscilan entre los 7 y los 63 puntos, en los que, se clasificó de acuerdo con los menores valores posibles a obtener y los mayores, es decir el valor menor posible de obtener de acuerdo con las ponderaciones de cada atributo son 7, la menor puntuación y 63 la mayor puntuación. Ahora bien, rangos que oscilan entre 7 y 17 señalan una muy mala calidad ambiental, valores entre los 18 y los 29 son considerados de mala calidad ambiental, en tanto que valores que oscilan entre los 30 y los 41 indican una calidad ambiental regular, valores que van de los 42 a los 53 puntos señalan una buena calidad ambiental, mientras que los valores que van de 54 a 63 indican una excelente calidad ambiental. Los posibles valores por obtener se presentan en la siguiente tabla:

Tabla IV. 63. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
7-17	Muy mala	
18-29	Mala	
30-41	Regular	
42-53	Buena	
54-63	Excelente	

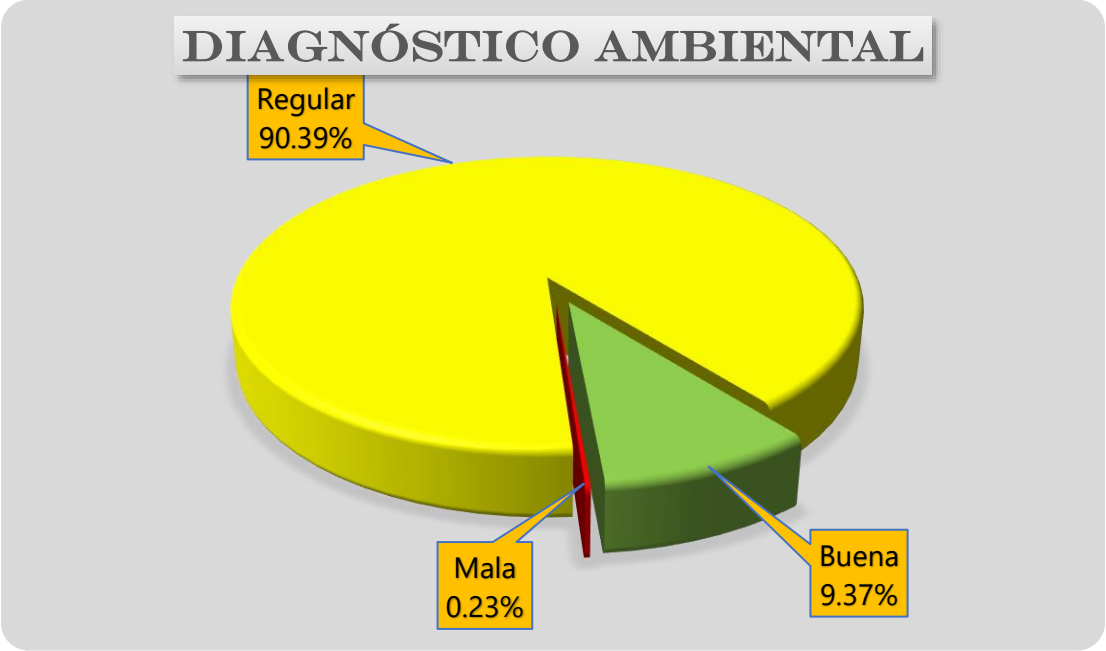
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla IV. 64. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	16.54	0.00	0.00%
18-29	1.08	2.74	0.23%
30-41	0.12	1,061.11	90.39%
42-53	121.98	110.02	9.37%
54-63	0.00	0.00	0.00%
TOTAL	139.72	1,173.87	100.00%

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Gráfica IV. 4. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental

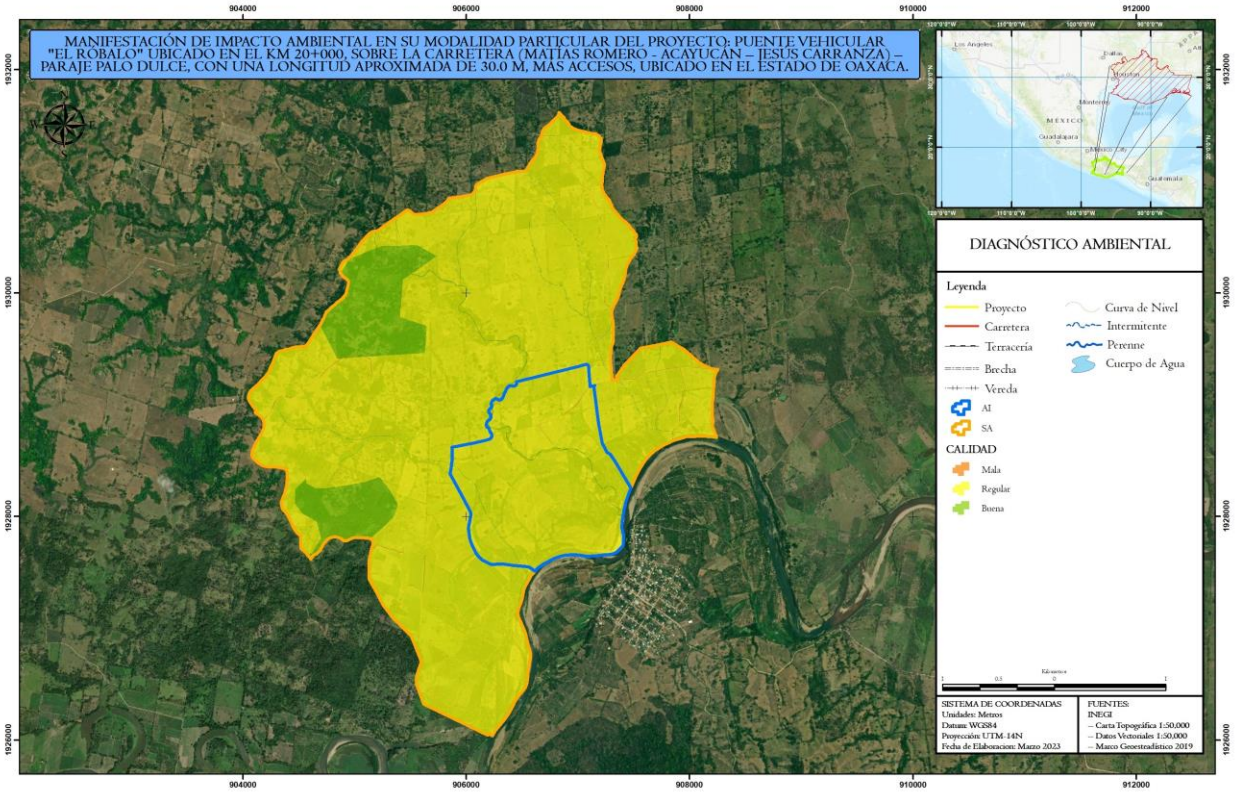


Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como regular, esto es, con el 90.39%, que es equivalente a 1,061.11 hectáreas, dichas zonas son congruentes con toda la zona agropecuaria, Enseguida se ubica la calidad ambiental designada como buena que abarca un 9.37% que corresponde con la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia, que corresponden con 110.02 hectáreas. Finalmente, la menor representatividad es la calidad ambiental designada como mala que corresponde con todas las vías de comunicación presentes y existentes en el Sistema Ambiental que ocupan un total de 2.74 hectáreas, es decir el 0.23%. En conclusión, las características biológicas del Sistema Ambiental se ven afectadas de manera directa por diversos factores, de los cuales, los más importantes son: el total cambio de uso de suelo con la finalidad de establecer nuevas zonas de pastoreo y de agricultura. Durante las diversas actividades de la construcción del Puente Vehicular se generarán impactos ambientales cuya área de influencia variará de acuerdo con el impacto generado, y a la forma en que la constructora ejecute los trabajos. Sin embargo, el área de influencia del proyecto en general es menor o igual a la del Sistema Ambiental ya que existen tanto factores locales como foráneos que inciden en la problemática ambiental regional, sin embargo, la mayor parte de los impactos ambientales son mitigables a escala local y regional, mediante las medidas de mitigación que serán propuestas.

Al ya existir actividades antrópicas en la zona, se espera la calidad del paisaje con el proyecto mantenga las características representativas de ésta. Sin embargo, sí existirán impactos adversos, sobre todo en la etapa constructiva, por lo que el proyecto Puente Vehicular, en la población Los Ángeles, considera diferentes prácticas de preservación del ecosistema, enfocadas principalmente a proteger la calidad de agua y reducir la acumulación de sedimentos en los curso de agua del cauce intermitente, minimizar los impactos al terreno y el entorno, controlar la erosión y proteger áreas expuestas, proteger las zonas sensibles, reducir los impactos en los ecosistemas y reducir el desperdicio de materiales, aplicar acciones de reforestación utilizando especies nativas, etc. Dichas medidas se presentan en el Capítulo VI de este documento.

Imagen IV. 70. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPÍTULO V

ÍNDICE DE CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..... 3
V.1. Métodos para identificar y evaluar los impactos ambientales..... 4
V.1.1. Justificación de las metodologías seleccionadas..... 4
V.1.2 Identificación de impactos ambientales..... 5
V.1.3. Matrices para la identificación y cribado de impactos ambientales..... 32
V.1.4. Metodologías para identificar y evaluar de los impactos ambientales. 36
V.2. Características de los impactos. 39
V.3. Valoración de los Impactos. 51
V.4. Conclusiones. 83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V. 1 Criterios de sensibilidad ambiental 5
Tabla V. 2 Clasificación de los grados de sensibilidad 7
Tabla V. 3 Análisis de sensibilidad para la línea base del proyecto 8
TABLA V. 4 IMPACTOS ACTUALES IDENTIFICADOS EN EL SA 13
Tabla V. 5 Lista de chequeo para la identificación de impactos del proyecto por etapa 18
Tabla V. 6 Resumen de resultados de la aplicación de la lista de verificación. 19
Tabla V. 7 Factores y atributos del medio físico y biótico considerados para la construcción de la matriz de interacción de impactos del proyecto del puente. 25
Tabla V. 8. Listado de cotejo de la preparación del sitio del proyecto de las principales actividades. 33
Tabla V. 9. Principales impactos y factores ambientales afectados del proyecto. 35
Tabla V. 10. Listados de Actividades del proyecto. 39
Tabla V. 11. Lista indicativa de indicador es de impacto. 39
Tabla V. 12. Componentes y factores del entorno. 44
Tabla V. 13. Factores susceptibles de afectación y su instrumento legal de regulación del proyecto. 44
Tabla V. 14. Posibles Interacciones entre las Actividades y Atributos Ambientales del proyecto. 46
Tabla V. 15. Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación. 46
Tabla V. 16. Interacciones Identificadas. 47
Tabla V. 17. Interacciones identificadas y Porcentaje. 47
Tabla V. 18. Matriz ponderada de impactos ambientales. 48
Tabla V. 19. Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales. 49
Tabla V. 20. Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto. 50
Tabla V. 21. Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental. 50
Tabla V. 22. Lista indicativa de criterios utilizados. 51
Tabla V. 23. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales. 52
Tabla V. 24. Evaluación de los impactos ambientales. 53
Tabla V. 25. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales. 58
Tabla V. 26. Impactos significativos derivados del proyecto. 59
Tabla V. 27. Índice de Impactabilidad. 59

Tabla V. 28. Listado de actividades de acuerdo con su índice de impactabilidad. 60
Tabla V. 29. Índice de Impactabilidad en el proyecto. 60
Tabla V. 30. Atributos ambientales con Impactos Ambientales Positivos. 61
Tabla V. 31. Atributos ambientales con Impactos ambientales Negativos. 62
Tabla V. 32. Distribución de los impactos porcentuales por etapa. 63
Tabla V. 33 Intervalos de los Impactos Negativos y Positivos generados por las actividades del proyecto. 63
Tabla V. 34. Impactos ambientales negativos relevantes del proyecto. 63
Tabla V. 35. Descripción de los impactos ambientales significativos del proyecto. 64
Tabla V. 36. Impactos ambientales relevantes positivos del proyecto. 66
Tabla V. 37. Descripción de los impactos ambientales registrados en el SA generados por las obras y/o actividades. 68
Tabla V. 38. Descripción de los impactos ambientales generados durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades. 69
Tabla V. 39. Impactos identificados como acumulativos. 82

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica V. 1. Distribución de los Impactos por etapa. 47
Gráfica V. 2. Atributos ambientales con Impactos Ambientales Positivos. 61
Gráfica V. 3. Impactos Ambientales Negativos. 62
Gráfica V. 4. Actividades que alcanzan a producir el 100% de Impactos significativos negativos del proyecto. 64
Gráfica V. 5. Actividades que producen Impactos significativos positivos. 67

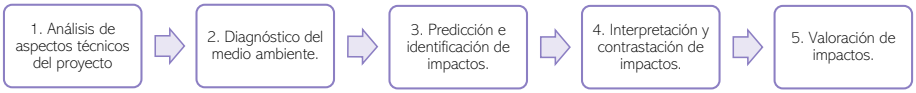
ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen V. 1 Proceso de una EIA 3
Imagen V. 2 Diagrama de red de las condiciones actuales/ consecuencias y efectos 27
Imagen V. 3. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas. 80
Imagen V. 4. Impactos acumulados. 82

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

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 deben caracterizar los impactos ambientales conforme a criterios establecidos.
Comúnmente, la EIA se desarrolla mediante un proceso secuencial de cinco fases como se muestra en la siguiente figura:

Imagen V. 1 Proceso de una EIA



Fuente: (Arboleda, 2008; Abarca, 2012; Ángel *et al.*, 2010; Conesa, 2010 y Wright, 2014).

Como se puede ver en la anterior figura, 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 (Ángel *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 (Ángel *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 describirse según su calificación y, gestionado en el plan de manejo ambiental.

V.1. Métodos para identificar y evaluar los 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.

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.
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.
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 una de estas etapas 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.
Una vez integrada la lista de chequeo compuesta se realiza una red bayesiana integrada mediante análisis independientes de un grupo de expertos, esto con el objetivo de realizar una identificación completa de las posibles interacciones y sus posibles efectos primarios, secundarios y terciarios.
Posteriormente ya 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.
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.
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.

V.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.

V.1.2 Identificación de impactos ambientales

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 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 bien cualidad que cantidad, están enfocadas particularmente en las variables consideradas más relevantes para el proyecto.
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 debidos a las actividades de intervención antrópica del medio o debido a los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente.

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 de esos indicadores son:

Tabla V. 1 Criterios de sensibilidad ambiental

ASPECTO	CONDICIÓN	VALORACIÓN DE SENSIBILIDA	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
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

ASPECTO	CONDICIÓN	VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
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 presencia de especies exóticas	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
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

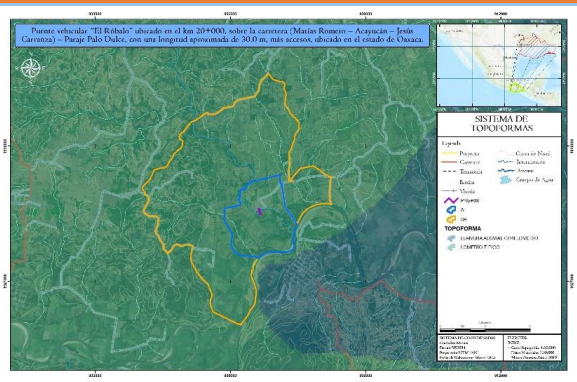
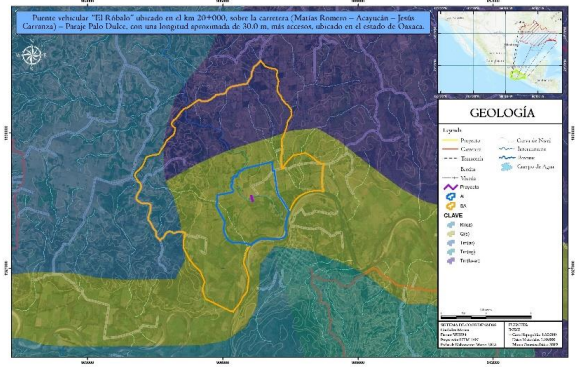
A continuación, se describen los grados considerados como clases de sensibilidad:

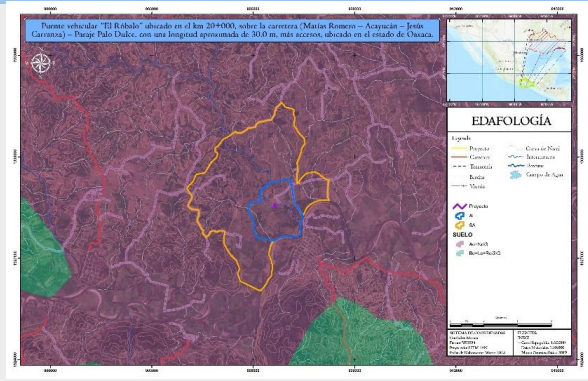
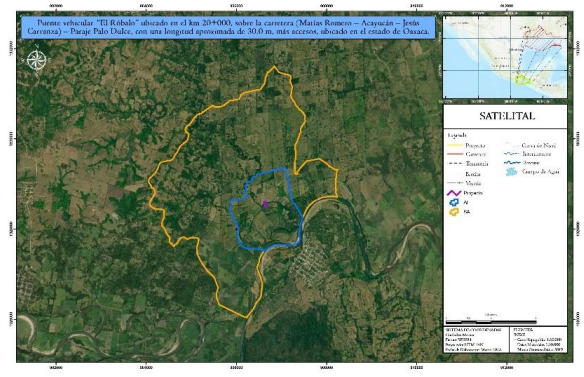
Tabla V. 2 Clasificación de los grados de sensibilidad

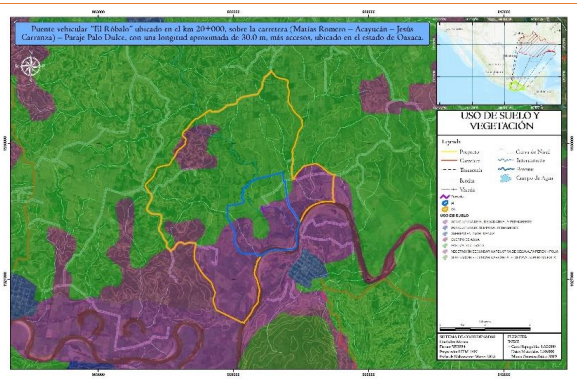
DESCRIPCIÓN DEL GRADO DE SENSIBILIDAD	COLOR DE IDENTIFICACIÓN
Sensibilidad Muy baja: se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin complicaciones las acciones del proyecto, donde la recuperación podría ocurrir en forma natural.	
Sensibilidad Baja: se reconocen aquellos criterios 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla V. 3 Análisis de sensibilidad para la línea base del proyecto

	DESCRIPCIÓN DEL ASPECTO EN EL SA	CARTOGRAFÍA	VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
Relieve	El Sistema Ambiental, junto con el Área de Influencia del trazo del proyecto pertenece a la Llanura Costera Veracruzana. Esta es una región ubicada en el sureste de México, que se extiende desde el sur del estado de Veracruz hasta la península de Yucatán, abarcando también el norte de Tabasco y el este de Campeche. Esta provincia se encuentra en la costa del Golfo de México, y es una de las regiones más importantes del país en términos de producción agrícola, ganadera y pesquera. La Llanura Costera Veracruzana se caracteriza por tener una topografía relativamente plana, con altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 200 metros. Está compuesta por una serie de terrazas aluviales, que se han formado a lo largo del tiempo por la acumulación de sedimentos de los ríos que desembocan en el Golfo de México. En esta región se pueden encontrar una gran cantidad de lagunas, esteros y humedales que son importantes para la fauna y flora locales.		3	Media
Geología	El municipio de Matías Romero A Avendaño presenta rocas de tipo: Ígnea intrusiva: Granito (19.07%) Ígnea extrusiva: Andesita (4.23%) Sedimentaria: Arenisca (26.71%), caliza (14.36%), arenisca-conglomerado (5.72%), lutita-arenisca (5.85%), conglomerado (5.34%) y limolitaarenisca (2.73%) Metamórfica: Esquisto (6.49%) y metasedimentaria (1.84%) Suelo: Aluvial (6.68%).		1	Bajo

	DESCRIPCIÓN DEL ASPECTO EN EL SA	CARTOGRAFÍA	VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
Edafología	En el municipio de Matías Romero Avendaño dominan los suelos de tipo Acrisol (35.27%), Regosol (26.59%) y Cambisol (20.20%) de textura fina, media y media, respectivamente. Es necesario señalar, que el municipio cuenta con nueve tipos de suelo a lo largo de su superficie, sin embargo, seis de estos suelos una pequeña fracción del área municipal, estos representan un porcentaje menor al 10% por cada tipo.		3	Medio
Hidrología superficial	El municipio de Matías Romero Avendaño pertenece a la Región Hidrológica Coatzacoalcos. Asimismo, el municipio pertenece a la Cuenca Hidrológica RH29B R. Rio Coatzacoalcos, la cual abarca toda la superficie municipal. Además de ello el municipio se encuentra dentro de las Subcuencas Hidrológicas del RH29Bg R. Palo Grande con 31,21% de la superficie municipal, le siguen la RH29Ba R. Coatzacoalcos con 29,61%, la RH29Bh R. Tolosa con 18,54%, RH29Bd R. Jaltepec que alcanza un 14,06% y por último la subcuenca RH29Bi R. Chachijapa con 6,58% del territorio municipal. Por otro lado, se localizan pequeños cuerpos de agua dispersos a través del municipio, los cuales han sido excavados de manera artesanal por productores piscícolas		3	Medio

	DESCRIPCIÓN DEL ASPECTO EN EL SA	CARTOGRAFÍA	VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
Hidrología subterránea	el Sistema Ambiental presenta diversas corrientes de agua, la mayoría de carácter intermitente, esto es se trata de intermitentes que gran parte de ellos alimentan a un cauce de condición perenne que a su vez alimenta el Rio Jaltepec, distribuidos en toda la superficie del Sistema Ambiental. Amén de que, el Sistema Ambiental está delimitado por el Río Jaltepec y sus derivados en su parte sur y norte.	ND	1	Bajo
USV	Se registraron en el SA del proyecto, 37 especies de 36 géneros y 21 familias. Las familias con mayor riqueza de especies fueron, Fabaceae (6), Malvaceae (4) y Poaceae (4), contaron con el 45 % del total de las especies registradas en el mismo. Las especies con mayores densidades fueron Panicum maximum (89 individuos), Andropogon gayanus (52) y Citrus sinensis (50 individuos), estas representan el 32 % del total de los individuos registrados. Entre las especies raras (aquellas con menos de individuos) se registraron a Luehea speciosa (1 individuo) y Coccoloba barbadensi (2 individuos). En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.95, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 3.25		3	Medio

	DESCRIPCIÓN DEL ASPECTO EN EL SA	CARTOGRAFÍA	VALORACIÓN DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
Vegetación	Motivo por la ejecución del proyecto será necesario afectar una superficie Total de 0.1740 hectáreas las cuales corresponden en un 88.5% a Pastizal Cultivado y en un 11.5% a Agricultura de Humedad Anual y Permanente, de acuerdo con la capa de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VII escala 1: 250,000.		3	Medio
Fauna	Se registraron en el SA del proyecto, 88 especies de 74 géneros, 39 familias y 22 órdenes. Las familias con mayor riqueza de especies fueron, Ardeidae (10), Tyrannidae (9) y Icteridae (7) contaron con el 32% del total de las especies registradas en el mismo. Las especies con mayores densidades fueron Garza Ganadera (Bubulcus ibis) con 52 individuos, Pijije Alas Blancas (Dendrocygna autumnalis) con 22 organismos y Golondrina Tijereta (Hirundo rustica) con 22 ejemplares, estas representan el 21.5% del total de los individuos registrados.	ND	2	Bajo
Paisaje	El paisaje de la zona de estudio comprende de lomeríos típicos y llanuras en la porción Norte, con vegetación de pastizal cultivado y agricultura de humedad anual y permanente, lo que brinda una baja distribución de unidades de paisaje a lo largo del Sistema Ambiental	ND	2	Bajo

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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 deteriora y modifica la estructura de los procesos, se reduce 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 del puente, al introducir agentes de presión, estos inducen una respuesta 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 instalar el proyecto 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 el sistema ambiental delimitado donde se inserta el área del proyecto, la calidad ambiental o 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 del SA se presentan alteraciones estructurales importantes y es posible la desaparición absoluta de algún elemento (biota, suelo o agua); al mismo tiempo se presentan alteraciones en la dinámica ecosistémica del SA, provocando reacciones negativas en cadena sobre otros elementos dentro o fuera del área, en esta se encuentra la vegetación secundaria de selva alta perennifolia y pastizal cultivado

Las actividades en estos ecosistemas juegan un papel importante en la presión ejercida hacia los recursos naturales, ya que debido a la ejecución de agricultura y explotación de madera, 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 importante de hábitats y microhábitats, dando pie a la aparición de hábitats de sucesión o también conocidos como secundarios. No obstante, la zona de vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia al contar con una diversidad de especies propias del ecosistema favorece la infiltración y reducción de erosión así como la mejora en la calidad de vida a nivel regional. Del análisis de sensibilidad a partir de la línea base se tiene lo siguiente:

- No se implementan o regulan las actividades de uso de suelo.
- Falta de instrumentos regulatorios para el ordenamiento territorial en una escala local (municipal).
- En el Sistema Ambiental del proyecto el grado de deforestación y modificación de las condiciones originales del ecosistema es notable puesto que la unidad de uso de suelo que se ha expandido notablemente en los últimos años es la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia
- En la zona del proyecto no se localizaron especies de flora y fauna 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 el sistema ambiental es media dadas 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) y marginación social (la totalidad de localidades beneficiadas se ubican en marginación media). proyecto, de igual forma se deberán tomar en cuenta que el proyecto traerá consigo una intensificación de uso del espacio, así como una mayor derrama económica a nivel local y un mejoramiento para la comunicación a nivel regional.

Tabla V. 4 Impactos Actuales identificados en el SA

OBRAS Y ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN EL SA	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTO	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
			TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
Operación de camino rural, o circulación vehicular	Suelo	Compactación del suelo	Negativo	Permanente	Local	Media	Calidad ambiental	Reducción de potencial productivo de suelo
	Hídrico	Afectación de calidad de agua por paso de vehículos	Negativo	Permanente	Local afecta 1 corriente perenne.	Baja	Calidad ambiental	Contaminantes en agua
	Cobertura vegetal	Reducción de abundancia y conectividad	Negativo	Permanente	Local	Baja	Ecosistémico	Fragmentación
	Fauna	Ahuyentamiento y Mortalidad de fauna	Negativo	Permanente	Parcial ya que la velocidad que se alcanza en estas vías es baja (no mayor a 40 Km/h)	Baja	Ecosistémico	Ahuyentamiento y Mortalidad de fauna
	Antrópico	Movilidad de comunidades rurales	Positivo	Permanente	Extenso, ya que favorece la comunicación entre localidades	Media	Mejora en la movilidad y desarrollo económico	Movilidad
Generación de residuos sólidos por habitantes	Agua	Reducción de calidad de agua	Negativo	Permanente	Local	Bajo	Calidad ambiental	Presencia de residuos. Contaminantes al agua
	Suelo	Reducción de calidad del suelo	Negativo	Permanente	Local	Bajo	Calidad ambiental	Presencia de residuos. Contaminantes en el suelo natural
	Suelo	Cambio de uso de suelo	Negativo	Permanente	Parcial	Media	Pérdida del hábitat natural	Fragmentación del hábitat natural

Agricultura de humedad anual, pastizal		Erosión del suelo	Negativo	Permanente	Puntual	Baja	Sitios con niveles de erosión	Disminución de la calidad del suelo
		Disminución de las características físicas del suelo	Negativo	Permanente	Puntual	Baja	Afectación del suelo y la roca.	Disminución de la calidad del suelo
		Disminución de la calidad del suelo	Negativo	Permanente	Puntual	Baja	Conservación del suelo	Disminución de sustrato natural.
	Aire	Mejora de la calidad del aire	Positivo	Temporal	Parcial	Media	Disminución de los GEI	Promedio anual de las concentraciones diarias y días en los que se excede la norma: monóxido de carbono
	Agua	Mejora de la calidad del agua superficial	Positivo	Temporal	Puntual	Media	Recuperación lenta de los nutrientes naturales del agua.	Demanda bioquímica de oxígeno en aguas superficiales
		Disminución de la calidad del agua subterránea	Negativo	Permanente	Puntual	Baja	Contaminación del manto freático	Acuíferos sobreexplotados, con intrusión salina y/o bajo el fenómeno de salinización de suelos o aguas subterráneas
		Disminución de la disposición de agua	Negativo	Permanente	Puntual	Media	Menor disponibilidad para consumo humano	Disponibilidad natural media per cápita
	Vegetación	Disminución de la abundancia de la vegetación	Negativo	Permanente	Parcial	Media	Degradación de zonas con especies secundarias	Extensión de veg. Secundaria arbustiva de bosque de Pino-Encino.
		Disminución de diversidad alfa de la vegetación	Negativo	Permanente	Parcial	Media	Disminución de flora nativa	Especies terrestres mexicanas en riesgo

	Fauna	Aumento de la abundancia	Negativo	Permanente	Puntual	Baja	Atracción de fauna	Especies terrestres mexicanas en riesgo
		Aumento de diversidad alfa de la fauna	Positivo	Permanente	Puntual	Baja	Atracción de fauna nativa y conservación del ecosistema.	Especies terrestres mexicanas en riesgo
	Hábitat	Mejora del hábitat	Positivo	Temporal	Puntual	Baja	Recuperación del hábitat	Extensión de ecosistemas terrestres naturales
	Paisaje	Mejora de la calidad del paisaje	Positivo	Temporal	Puntual	Media	Mejora en la calidad de vida de las especies.	Extensión con paisajes naturales
Cambio de Uso de Suelo	Estructura y cobertura de la Vegetación	Fragmentación y Cambio de uso de suelo	Negativo	Permanente	Bajo.	Medio	Pérdida ecosistémica	Fragmentación del ecosistema
Extracción de madera	Cambio en Estructura y cobertura de la Vegetación	Fragmentación y Cambio de uso de suelo	Negativo	Permanente	Bajo	Bajo	Pérdida ecosistémica	Fragmentación del ecosistema
Ganadería y Agricultura	Estructura y cobertura de la Vegetación de la Vegetación	Fragmentación y Cambio de uso de suelo	Negativo	Permanente	Bajo.	Medio	Pérdida ecosistémica	Fragmentación del ecosistema
	Suelo	Erosión del suelo	Negativo	Permanente	Bajo	Medio	Pérdida de suelo	Superficie afectada por degradación edáfica
		Pérdida de las características físicas del suelo	Negativo	Permanente	Bajo	Medio	Pérdida de fertilidad	Superficie afectada por degradación edáfica
		Disminución de la calidad químicas del suelo	Negativo	Permanente	Bajo	Medio	Contaminación del manto freático	Superficie afectada por degradación edáfica
	Hábitat	Fragmentación del hábitat	Negativo	Permanente	Bajo	Medio	Pérdida de conectividad de corredores biológicos	Pérdida de ecosistemas terrestres naturales

	Paisaje	Disminución de la calidad del paisaje	Negativo	Permanente	Bajo	Medio	Pérdida de conectividad de corredores biológicos	Pérdida de ecosistemas terrestres naturales
Establecimiento de asentamientos humanos	Suelo	Erosión, compactación	Negativo	Permanente	Bajo	Alto	Pérdida de suelo natural, de sus propiedades físicas y capacidad de infiltración. Contaminación del suelo	Pérdida de ecosistemas terrestres naturales y Cambio climático
	Agua	Disminución de la calidad del agua superficial	Negativo	Permanente	Bajo	Alto	Aumento en el consumo del recurso y contaminación	Pérdida de disponibilidad del recurso

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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 SA y del proyecto, dichas actividades se presentan clasificadas por etapa.

A continuación, se presentan las actividades que generará un cambio por etapa:

ETAPA		ACTIVIDAD
PREPARACIÓN DEL SITIO.	1)	Trazo y Delimitación DDV.
	2)	Desmonte de la vegetación.
	3)	Despalme del suelo.
	4)	Excavación.
	5)	Nivelación y Rellenos
CONSTRUCCIÓN (OBRAS PRINCIPALES).	6)	Conexión con Vialidad.
	7)	Zapatas de cimentación.
	8)	Pilotes.
	9)	Plataforma de puente.
	10)	Construcción de los Terraplenes.
	11)	Juntas de Dilatación.
	12)	Sistema de drenaje.
	13)	Acarreos de material.
	14)	Obras complementarias.
	15)	Manejo de residuos de obra.
	16)	Señalamiento.
OPERACIÓN.	17)	Tránsito Vehicular.
	18)	Programa de vigilancia.
MANTENIMIENTO.	19)	Bacheo, pintura y señalización.
	20)	Mantenimiento de superestructura.
	21)	Mantenimiento de obras complementarias.
	22)	Mantenimiento de carpeta.

Con la finalidad de identificar preliminarmente los impactos ambientales se utilizó la técnica de lista de verificación que permite identificar en que etapas del proyecto se producen impactos ambientales.

Tabla V. 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			
Incremento de lluvias			
Decremento de lluvias			
Aumento de evaporación	X		
Aumento de nubosidad			
2. Sobre el aire			
Contaminación	X	X	X
Ruido	X	X	X
Aumento de emisiones a la atmósfera	X	X	
Olores		X	
3. Sobre el suelo			
Pérdida de suelo	X	X	
Contaminación	X	X	X
Salinización			
Acidificación			
Inundación			X
Drenaje	X		
Contaminación			
Disminución del caudal			
Cambio de uso			
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			
Afectación sobre especies protegidas			
6. Sobre fauna			
Introducción de especies exóticas			
Pérdida de riqueza de especies			
Disminución de la diversidad	X		
Desplazamiento de la fauna silvestre	X	X	X
Extinción de especies			
Afectación sobre especies endémicas			
Afectación sobre especies protegidas			
Introducción de especies exóticas			
7. Sobre población			
Pérdida de base de recursos			
Pérdida de empleos			
Alteraciones culturales			

IMPACTOS GENERALES	ETAPAS DEL PROYECTO		
	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
Pérdidas de recursos arqueológicos			
Traslado de población			X
8. Otros			
Pérdida de paisaje	X	X	X
Alteración de sitios singulares			
Disminución de calidad de vida			

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Asimismo, se indica el resumen de impactos que podrán presentarse por el desarrollo del proyecto a cada factor.

Tabla V. 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 se ubica sobre superficies de vegetación secundaria de selva alta perennifolia
		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 afectará 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.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
	Hábitat	Afectación a los micro ecosistemas por el efecto barrera y su fragmentación.
	Fauna	Perturbación y desplazamiento de la escasa fauna silvestre.
	Paisaje	La composición paisajística del sitio se verá modificada en cuanto a calidad y número 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.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
	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.
		Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
	Hidrología.	Modificación de la dinámica hidrológica superficial.
	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.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
	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
	Hidrología	Alteración de la dinámica hidrológica superficial (incremento de flujos).
Construcción de Terraplenes	Hidrología.	Modificación temporal de la calidad del lecho del cuerpo de agua por caída accidental de materiales particulados finos.
	Geomorfología.	Inestabilidad de taludes y modificación ligera 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	Paisaje.	Modificación del paisaje al incorporar nueva infraestructura.
	Aire	Contaminación del aire por actividades humanas.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
(incluye riegos de liga y sello)		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 perenne.

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 de la carretera 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 la carretera
		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 carretera 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.
	Suelo.	Gestión de residuos y disposición final.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Mantenimiento de carpeta.	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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Es importante enfatizar que una vez realizado este análisis se reitera que la superficie de la poligonal del sistema ambiental se encuentra con alteraciones previas que han modificado significativamente su estructura original, teniendo actualmente superficies antropizadas, por lo que se puede considerar que los impactos ambientales significativos se han dado a lo largo del tiempo y que si bien el proyecto modificará algunos atributos ambientales, la extensión de estos será puntual y no contribuirá de manera significativa a la aceleración del proceso degradativo en el SA.

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 V. 7 Factores y atributos del medio físico y biótico considerados para la construcción de la matriz de interacción de impactos del proyecto del puente.

MEDIO.	FACTOR AMBIENTAL.	ATRIBUTOS.
Físico.	Geomorfología	Denudación
		Movimientos de materiales
	Geología	Material (tipo de roca)
		Afloramientos rocosos
	Suelo	Unidad de suelo (tipo)
		Erodabilidad
	Aire	Composición gaseosa
		Aeropartículas minerales
		Acústica
	Hidrología Superficial	Dinámica hidrológica
		Calidad del agua
		Avenidas
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación
		Abundancia de la vegetación
	Fauna	Diversidad de la fauna
		Abundancia de la fauna
	Hábitat	Sucesión ecológica
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual
		Fragilidad
Socioeconómico	Uso del suelo	Uso potencial
		Uso actual
	Elementos Urbanos	Vialidad y transporte

MEDIO.	FACTOR AMBIENTAL.	ATRIBUTOS.
		Demografía
		Migración interregional
	Salud y Seguridad Social	Seguridad en el trabajo
		Calidad de vida
	Económicos	Generación de empleo
		Medios de comunicación
		Consumo de bienes y servicios
		Actividades Antrópicas

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Diagrama de red

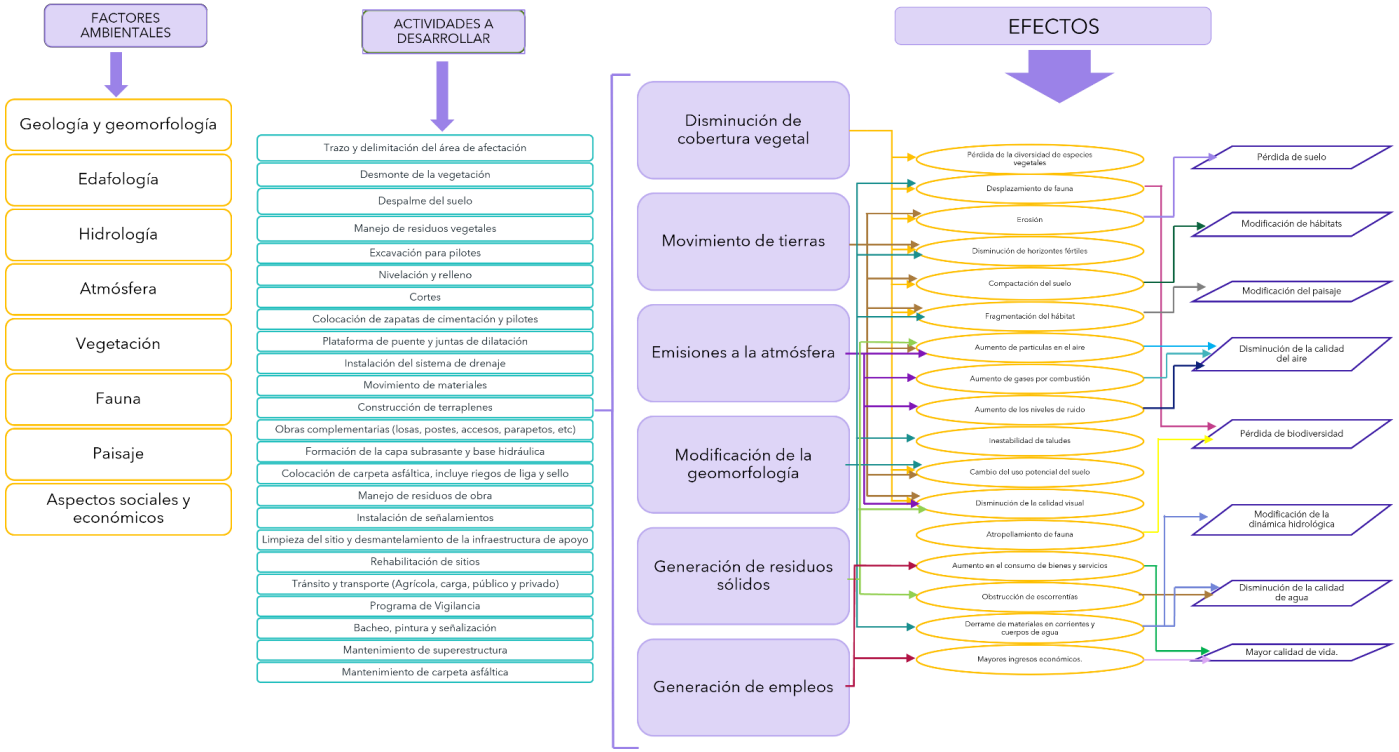
A partir de la primera aproximación de los impactos potenciales que puede generar el proyecto mediante la lista de chequeo descriptiva, se procede a aplicar una red bayesiana o diagrama de red para acercarnos a la identificación definitiva de las interacciones que provocarán los impactos ambientales 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.

Imagen V. 2 Diagrama de red de las condiciones actuales/ consecuencias y efectos



Fuente: Sotelo y Mejía S.A de C.V., 2023.

Una vez aplicado el diagrama de red, se tiene la aproximación de las actividades y los efectos al ambiente que estas traerán. A continuación, se describen los principales efectos que se prevé genere el proyecto a los diversos factores ambientales.

Efectos sobre la hidrología superficial y subterránea

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.

Las actividades mencionadas pueden generar el aporte de cualquier tipo de material a los cuerpos de agua lenticos y loticos, ya sea por acción eólica, de escorrentía, disposición directa o ejecución de obras sobre o en los alrededores de la corriente.

Con respecto a la hidrología subterránea, dado que los terrenos donde se pretende insertar el puente y sus accesos se encuentran previamente impactados y la cobertura vegetal se encuentra disminuida, se prevé que si bien las actividades de perforación para la cimentación de pilotes pueda generar algunas alteraciones que modifiquen el patrón de infiltración vertical, este impacto será a una escala muy baja ya que la superficie de ocupación de la subestructura ocupará parte de las superficies que actualmente albergan una subestructura inconclusa por lo que la permeabilidad del terreno no se modificará de forma significativa. Considerando que la remoción de la cobertura vegetal y del suelo será mínima y de extensión puntual, se puede considerar que los efectos secundarios serán prácticamente nulos.

Efectos sobre la geomorfología y el suelo

El desmonte y despalme implican 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. Es frecuente que, durante el despalme y desmonte, la superficie orgánica del suelo sea retirada en su totalidad, por tanto, sus características físicas como estructura, espacio poroso, densidad, entre otras, se pierden. Al mismo tiempo al separarlo de su cubierta vegetal y acumularlo en montículo o dispuesto en otras áreas es lavado por la lluvia, lo cual disminuye su fertilidad principalmente porque ya no cuenta con la cubierta vegetal, además es arrastrado más fácilmente por la misma lluvia y viento erosionándose rápidamente.

Durante las actividades de corte y terraplenes, habrá modificaciones en la topografía y formas del terreno mínimas, ya que el proyecto no requiere de cortes pronunciados.

Los procesos naturales de erosión-sedimentación se verán alterados por la pérdida de la cubierta vegetal y de la ruptura del material edáfico y litológico, así como también, por la construcción da la superficie de rodamiento de los accesos que quedará compacta e impermeable.

Efectos sobre el aire

Teniendo en cuenta la fase de construcción del proyecto, las actividades que potencialmente pueden alterar la calidad del aire que actualmente presenta el área de influencia del proyecto, se relacionan con el transporte de materiales, ejecución de obras civiles, funcionamiento de maquinaria y equipos, demolición de subestructura existente y el tránsito vehicular que pueden llegar a fomentar la emisión de agentes contaminantes (SOx, NOx, CO, etc.).

Las actividades como son: excavaciones, cimentaciones, cortes, demoliciones, rellenos y compactación, plataforma del puente, y carpeta asfáltica, son las que se prevé generen efectos mayores al aire, ya que son actividades que están relacionadas con la generación de material particulado y Gases de Efecto Invernadero, bien sea por el uso de vehículos para el transporte de escombros o también por el uso de equipos, como los utilizados para la mezcla del concreto y el asfalto. Las demás actividades corresponden a la movilización y transporte de materiales y maquinaria, la ubicación de campamentos transitorios, el desmonte y limpieza, demolición y retiro de estructuras, entre otras; que, si bien pueden llegar a ocasionar un aumento de contaminantes atmosféricos, dispersión de polvo implicando la reducción de la calidad del aire y reducción de visibilidad, así como efectos negativos sobre cubiertas de vegetación, sus efectos pueden mitigarse en gran medida.

En cuanto a la alteración de 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 presentan intensidades altas, 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. Es de resaltar que todos los efectos sobre el aire que se generen en las etapas de preparación y construcción serán de carácter puntual y temporal y se puede esperar su recuperación en el corto plazo.

Efectos sobre la 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 se dará el mayor impacto sobre la vegetación ya que en esta etapa se prevé la ejecución de desmonte y despalme lo que generará un impacto sobre la cobertura vegetal, pues existirá remoción de dos estratos (herbáceo y arbustivo) que integran la comunidad vegetal, sin embargo dicha remoción se limitará a algunos ejemplares de vegetación de agricultura y degrada por la actividad antrópica y es importante mencionar que durante el levantamiento de campo no se registraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo anterior, se considera que, si bien existirán efectos secundarios, serán de corta extensión, por tal razón se considera un efecto moderado.

Las actividades con mayor significancia ambiental son el desmonte, despalme, cortes, nivelación y rellenos los cuales presentan una importancia MODERADA, de tendencia negativa que repercuten en los cambios de conectividad que se pueden generar sobre las interacciones propias entre las especies de fauna y flora. A pesar de esto, las actividades de desmonte y despalme que se ejecutarán sobre los ecosistemas naturales no afectarán en gran proporción la conectividad actual, debido a que la proyección del puente se ubica al margen de la vía de terracería existente, por lo que la fragmentación ya existe en el sitio.

La superficie sobre la que se desarrollará el proyecto presenta una variedad reducida en el tipo de comunidades vegetales, además debido a la presión demográfica y las necesidades de las poblaciones cercanas se presenta un cambio de uso de suelo sustancial. En el área del proyecto se observa agricultura de humedad anual y permanente y pastizal cultivado, por lo que la erosión es media y la dinámica ecosistémica se encuentra disminuida al tener un entorno modificado.

Efectos sobre la 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 flora y fauna que se encuentran en alguna categoría de riesgo o protección, de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Pero dada la dimensión del proyecto no se consideran perturbaciones fuera de las presentadas en la planta general de construcción.

El desmonte y despalme conllevan la pérdida de la cobertura vegetal, especialmente en aquellos sitios en el que están presentes coberturas seminaturales como vegetación secundaria, ya que esos lugares son el hábitat de un gran número de especies, la pérdida de la vegetación supone la eliminación de sitios de refugio, forrajeo, alimentación y reproducción. Además, la construcción y operación de los accesos al puente fragmenta los parches boscosos impidiendo el paso de los individuos y, posiblemente, aísla algunas poblaciones, sin embargo, específicamente para el proyecto los efectos hacia este recurso son menores ya que las áreas a intervenir son puntuales, con agricultura de humedad anual y permanente y pastizal cultivado y se presenta un efecto barrera en el sitio del proyecto.

Los efectos más fuertes están asociados a dos actividades: plataforma de puente y sistema de drenaje, ya que supone la intervención directa de los cuerpos de agua para la instalación de las estructuras. Lo anterior podrá modificar las propiedades físicas y químicas del río, lo que ocasiona el cambio en la composición y estructura de las especies que conforman las comunidades acuáticas.

Efectos sobre el paisaje

En la perspectiva actual del estado de degradación del paisaje natural en el contexto local y regional de la zona del proyecto, muestran la presión antrópica asociada a la explotación extensiva e intensiva de los recursos naturales. Ello ha generado distintos efectos sobre el paisaje, como la degradación de la cubierta vegetal natural y de la calidad del suelo y, en algunos casos, del comportamiento hidrológico, entre otros. Estas acciones antropogénicas no solo han causado estragos en los factores ecológicos, sociales y económicos, sino también en los culturales, escénicos y afectivos.

Las modificaciones al paisaje no serán tan palpables, debido a que los cambios que se generaron por la acción antrópica histórica sobre el uso de los recursos naturales han impactado tan fuerte, que los cambios con la construcción del puente serán casi imperceptibles.

Efectos sobre la sociedad y economía

El comportamiento actual de la población del Municipio según su tasa de natalidad está disminuyendo; debido a los índices del proceso migratorio de personas de las comunidades rurales, por lo que, la realización de este proyecto no será un factor determinante o significativo en el cual haya una modificación al sistema actual de crecimiento de la ciudad; sino que influirán otros factores externos. El presente proyecto ayudará a reestructurar la planificación urbana debido a que las vías de comunicación son factores importantes en el crecimiento y en la planeación de las áreas urbanas; por lo que con el siguiente proyecto y con una buena planeación urbana; apoyándose en la infraestructura existente, ayudarán a mejorar la comunicación entre las distintas localidades del municipio de Matías Romero Avendaño y mejorará la actividad económica de la región; así como mejoras en el medio social a partir de un aprovechamiento sostenible de los recursos de la región; por lo que se espera tener un incremento en los beneficios a mediano plazo.

En cuanto a los factores económicos de las localidades beneficiadas, estos se verán beneficiados con la realización del proyecto; debido a que generarán empleos temporales y permanentes en la zona y por ende un aumento en el ingreso de la población local de la región. Además, las actividades económicas pueden mejorarse sobre todo en el sector comercio y con ello podría reestructurarse el nivel adquisitivo regional, y así la población puede tener acceso a un mejor nivel de ingresos y sobre todo una mejor calidad de vida.

V.1.3. Matrices para la identificación y cribado de impactos ambientales

Las fuentes de cambio provocadas de la obra y que afectan al SA se muestran en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto del camino. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del SA, a partir de las acciones del proyecto, con la secuencia de impactos analizados en la red de eventos. Las etapas y actividades del Listado de Chequeo se presentan a continuación:

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO. Esta etapa tiene como finalidad iniciar las actividades de preparación del terreno, con la finalidad de realizar el análisis respectivo del factor ambiental sobre el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

1) Trazo y Delimitación DDV.
2) Desmonte de la vegetación.
3) Despalme del suelo.
4) Excavación.
5) Nivelación y Rellenos

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO. En esta etapa se tiene como finalidad integrar el proyecto, sobre el terreno previamente preparado para soportar dicha infraestructura, realizándose esta actividad únicamente en una área delimitada y definida, este proyecto tendrá como objetivo la modernización de un camino actual con el puente proyectado. Las actividades para esta etapa del proyecto se indican en la siguiente relación, y posteriormente se hace el análisis respectivo del factor en el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

6) Acceso al puente.
7) Zapatas de cimentación.
8) Pilotes.
9) Plataforma de puente.
10) Construcción de los Terraplenes.
11) Juntas de Dilatación.
12) Sistema de drenaje.
13) Acarreos de material.
14) Obras complementarias.
15) Manejo de residuos de obra.
16) Señalamiento.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. La principal actividad del proyecto es un uso de vías de comunicación, las actividades de mantenimiento resaltan la revisión y valoración, de manera periódica, de las condiciones de la corrección de la curva, para conservar y alargar la vida útil del proyecto. A continuación, se enlistas las actividades previstas de ambas etapas del proyecto:

17) Tránsito Vehicular.
18) Programa de vigilancia.
19) Bacheo, pintura y señalización.
20) Mantenimiento de superestructura.
21) Mantenimiento de obras complementarias.
22) Mantenimiento de carpeta.

Con esta primera aproximación de las modificaciones potenciales a los elementos del Sistema Ambiental, se pueden establecer los impactos primarios, secundarios y terciarios más relevantes, así como la temporalidad y espacialidad del efecto. En ese sentido se presentan el siguiente cuadro con los principales efectos negativos, así como los principales componentes ambientales afectados.

Tabla V. 8. Listado de cotejo de la preparación del sitio del proyecto de las principales actividades.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Áreas por aprovechar.	Vegetación	Afectación puntal y desplazamiento esporádico de la fauna silvestre.
	Uso de Suelo.	Cambio del uso de suelo en el margen del cuerpo de agua donde se realizará el puente, para dedicarse únicamente al objetivo del proyecto.
Desmonte.	Vegetación.	Eliminación a lo largo del trazo de la vegetación, siendo un efecto negativo.
	Hábitat.	Afectación longitudinal y fragmentación del hábitat de fauna silvestre.
	Fauna.	Perturbación y desplazamiento de la escasa fauna silvestre.
	Calidad de vida	Generación de empleos.
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
Despalme.	Suelo.	Erosión.
		Remoción de la capa de suelo superficial.
	Aire.	Contaminación del aire por partículas suspendidas.
	Hábitat.	Afectación a los micro ecosistemas por el efecto barrera.
	Paisaje.	Alteración por el movimiento de tierras y la composición paisajística del sitio.
	Calidad de vida.	Generación de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Aire.	Contaminación del aire por partículas suspendidas.
	Hábitat.	Afectación a los micro ecosistemas por el efecto barrera.
	Calidad de vida.	Generación de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Nivelación y rellenos.	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.
	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.
Movimiento de materiales.	Aire.	Generación de Polvos.
	Suelo.	Alteración al tipo de suelo producto del cambio de sus propiedades físicas, incrementando la escorrentía superficial y la erodabilidad.
	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.
	Acústica.	Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.

	Hidrología.	Alteración de la dinámica hidrológica superficial.
Campamento y presencia humana en campo.	Suelo.	Fecalismo al aire libre.
		Contaminación del suelo, por el uso de diferentes sustancias químicas y la generación de residuos domésticos y de tipo industrial.
	Calidad de aire.	Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión de los motores de vehículos.
Drenaje.	Hidrología.	Contaminación temporal de aguas superficiales.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
Zapatas de cimentación y Pilotes.	Suelo.	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural y cauce del cuerpo de agua.
	Geomorfología.	Socavación de las bases de las obras.
	Hidrología.	Contaminación temporal de aguas superficiales.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
Construcción de super infraestructura.	Paisaje.	Modificación del paisaje al incorporar nueva infraestructura.
	Calidad de 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.
Manejo y disposición de residuos de obra.	Suelo.	Contaminación por residuos de obra y restos de materiales de construcción, que han de requerir un manejo y un sitio de disposición final.
	Fauna.	Generación de fauna nociva, que competirá con la fauna local.
	Paisaje.	Modificación del paisaje al incorporar nueva infraestructura.
	Calidad de 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.
Servicios de seguridad y señalamientos.	Fauna.	Desplazamiento por el ruido.
	Paisaje.	Modificación del paisaje al Permitir su infraestructura.
	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.
	Hidrología.	Contaminación del agua utilizada en la construcción.
Presencia de vehículos de carga, y transporte público y privado.	Suelo.	Erosión superficial.
		Generación permanente de residuos.
	Fauna.	Ahuyenta miento intermitente de la fauna silvestre, con atropellamientos de organismos terrestres.
	Vegetación.	Afectación de organismos vegetales (flores, retoños y semillas) por presencia humana.
	Paisaje.	Modificación constante del paisaje.
	Calidad de vida.	Generación permanente de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Hidrología.	Ingreso de contaminantes al agua y su cauce.
Mantenimiento de superestructura.	Suelo.	Generación de residuos.
	Hidrología.	Generación de contaminantes al agua.
	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos.
		Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Suelo.	Gestión de residuos y disposición final.
	Hidrología.	Afectación de la calidad del agua superficial.

Mantenimiento de parapetos y carpeta.	Calidad de vida.	Generación permanente de empleos.
Bacheo, pintura y señalización.	Calidad del aire.	Contaminación del aire por los solventes.
		Generación de ruido por vehículos de trabajadores.
	Calidad de vida.	Generación de empleos.
	Suelo.	Contaminación del suelo por inadecuada disposición final de residuos.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

A partir de esta primera aproximación de las modificaciones potenciales a los elementos del SA, se pueden establecer los impactos primarios, secundarios y terciarios más relevantes, así como la temporalidad y espacialidad del efecto. En ese sentido se presentan el siguiente cuadro con los principales efectos negativos, así como los principales componentes ambientales afectados.

Tabla V. 9. Principales impactos y factores ambientales afectados del proyecto.

PRESIÓN O CAUSA DE MODIFICACIÓN	ESPECIALIDAD Y TEMPORALIDAD	EFECTOS		
		PRIMARIOS	SECUNDARIOS	TERCIARIOS
Desmonte, Despalme y Conexión con vialidad.	Local y permanente.	Remoción de horizontes del suelo.	Perdida del suelo y horizontes fértiles.	Carencia del sustrato para restablecer la vegetación.
		Perdida de la cobertura vegetal, extracción de raíces y arrastre de troncos.	Erosión del suelo.	Aumento en una emisión local de Aero partículas.
		Erosión del Suelo.	Eliminación de las capas superficiales del suelo	Se cancela el retorno de la vegetación.
		Afectación de la Calidad de aire.	Contaminación del aire con partículas y gases de combustión interna, por el movimiento de tierras.	Ahuyentamiento temporal de la fauna.
		Modificación del Hábitat.	Afectación puntual del hábitat de fauna silvestre.	Disminución local del hábitat para la fauna silvestre y su movilidad.
				Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre.
				Disminución local de la abundancia faunística.
		Modificación del Paisaje.	Modificación temporal del paisaje.	Alteración temporal del paisaje y patrón de escorrentía superficial.
	Local y temporal.	Alteración de la Calidad del Aire.	Contaminación del aire por ruido, partículas y gases de combustión	Ahuyentamiento temporal de la fauna.
Excavación y nivelación.	Local y permanente.	Modificación del Paisaje.	Modificación del paisaje donde se ubicará y eliminará la infraestructura.	Conformación de un nuevo paisaje artificial.
		Erosión del Suelo.	Eliminación de las capas superficiales del suelo	Se cancela el retorno de la vegetación.
	Local y temporal.	Afectación de la Calidad de aire.	Contaminación del aire con partículas y gases de combustión interna, por el movimiento de tierras.	Ahuyentamiento temporal de la fauna.

Campamento y presencia humana en campo.	Puntual e intermitente.	Ahuyentamiento de la Fauna.	Modificación y/o afectación de las poblaciones faunísticas.	Ahuyentamiento y desplazamiento de la fauna silvestre por fauna nociva.
	Puntual e permanente.	Disminución de la Vegetación.	Modificación y/o afectación de la cobertura vegetal.	Disminución de la abundancia local y en áreas cercanas.
Presencia de vehículos de carga, y transporte público y privado.	Local y permanente	Disminución de la Fauna	Ahuyentamiento intermitente de la fauna silvestre	Atropellamientos de organismos terrestres
Gestión de residuos domésticos y vegetales.	Regional y permanente.	Conformación de una barrera temporal de la fauna.	Atropellamiento accidental de pequeños mamíferos y reptiles.	Disminución de las poblaciones faunísticas y desplazamiento hacia las partes alejadas.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

V.1.4. Metodologías para identificar y evaluar de los impactos ambientales.

Con la finalidad de identificar y evaluar eficazmente los impactos ambientales, se emplearán las mejores metodologías existentes actualizadas, con la finalidad de ofrecer certidumbre al panorama del impacto que se causará al ambiente, por el desarrollo del nuevo proyecto. Lo anterior apegado a la definición de impacto ambiental, conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). Para identificar y evaluar los impactos ambientales que pudieran generarse por el desarrollo de diversos proyectos, existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del Sistema Ambiental, interpretar los resultados y finalmente, establecer las medidas para prevenir y/o compensar los efectos negativos en el mismo con base en los resultados obtenidos en la evaluación. En este apartado se describe la secuencia de los pasos que comprenden los métodos utilizados para la identificación, evaluación y ponderación de los impactos ambientales del proyecto:

- Se describen y analizan el conjunto de actividades y etapas programadas, 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.
- 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 una de estas etapas 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 Check List, 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.
- Concluida la primera identificación de impactos ambientales, 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 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 de las obras tipo. Los factores ambientales listados son: Geología, Geomorfología, Suelo, Aire, Hidrología Superficial, Vegetación, Fauna, Hábitat, Paisaje, Uso del Suelo, 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 primera matriz de identificación de impactos ambientales, cuyo objetivo inicial es la identificación de interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales. 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 identificación de impactos ambientales y una vez identificadas las interacciones posibles, que representa una afectación al medio natural, se procede a eliminar los atributos ambientales y actividades de la obra que no presenten interacción, para acotar hacia los impactos críticos del proyecto.
- Una vez identificadas las interacciones entre las actividades de la obra y los atributos ambientales y de acuerdo con el tipo de impacto se construye la Matriz de ponderación utilizando 10 criterios aplicables al impacto ambiental identificado y se ponderan y valoran los posibles impactos ambientales.
- El siguiente paso consiste en realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental y la disminución de hábitats para la fauna causados por el proyecto, se realiza un análisis de fragmentación del paisaje, existen muchas medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicado como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, se trata del método del *tamaño efectivo de la malla*, el cual será utilizado.
- Se procede a establecer las jerarquías de las actividades identificadas y ponderadas como las de mayor impacto y se agrupan en tres categorías, a fin de establecer las medidas de mitigación de manera directa y considerando la relevancia de la actividad a atender.

Con las metodologías utilizadas se superan y cubren las deficiencias inherentes de cada técnica aplicada, lo cual permite garantizar que se tiene una evaluación más integrada y de una mayor cobertura y comprensión de las actividades del proyecto sobre los factores y atributos ambientales considerados. Para la estimación cualitativa de los cambios generados, se utiliza una metodología combinada que consiste en desarrollar listados de chequeo, matrices y sobreposición de mapas. Como punto de partida se realiza una descripción y análisis del conjunto de actividades que se llevarán a cabo en el proyecto, lo cual requiere especificaciones muy puntales, tanto en tiempo como en espacio, así como en la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales. Los métodos de evaluación cualitativa inician con un listado de chequeo o de cotejo, que consiste en desarrollar la lista de factores ambientales y la lista de actividades del proyecto, estas se elaboraron de acuerdo con las características de cada una de las obras a desarrollar en el Sistema Ambiental y por la discusión interdisciplinaria de los factores del medio físico, biológico y socioeconómico. El listado de actividades de cada etapa del proyecto, quedo agrupado en los siguientes rubros: Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.

Los factores ambientales listados son:

- Clima.
- Geomorfología.
- Suelo.
- Geología.
- Hidrología.
- Vegetación.
- Fauna.
- Hábitat y Paisaje.
- Factores Sociales y Económicos.

Una vez obtenidas estas listas se procede a realizar el análisis de las interacciones, para lo cual se construye una matriz, en la cual los atributos ambientales se colocan en el eje vertical y las diferentes etapas del proyecto en columnas de manera horizontal. Para realizar una identificación completa de las posibles interacciones se procederá a la construcción de matrices, que son:

- 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 ambientales. 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.

Una vez identificados los impactos ambientales, se elabora la matriz de evaluación de criterios ponderados, en esta matriz se califica el grado de afectación de las distintas actividades sobre cada atributo ambiental basándose en criterios que se acuerdan entre los especialistas.

V.2. Características de los impactos.

Las actividades del proyecto se indican en la siguiente relación, y posteriormente se hace el listado de chequeo y el análisis respectivo del factor en el cual inciden los impactos ambientales producidos.

Tabla V. 10. Listados de Actividades del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
PREPARACIÓN DEL SITIO.	23) Trazo y Delimitación DDV.
	24) Desmonte de la vegetación.
	25) Despalme del suelo.
	26) Excavación.
	27) Nivelación y Rellenos
CONSTRUCCIÓN (OBRAS PRINCIPALES).	28) Conexión con Vialidad.
	29) Zapatas de cimentación.
	30) Pilotes.
	31) Plataforma de puente.
	32) Construcción de los Terraplenes.
	33) Juntas de Dilatación.
	34) Sistema de drenaje.
	35) Acarreos de material.
	36) Obras complementarias.
	37) Manejo de residuos de obra.
	38) Señalamiento.
OPERACIÓN.	39) Tránsito Vehicular.
	40) Programa de vigilancia.
MANTENIMIENTO.	41) Bacheo, pintura y señalización.
	42) Mantenimiento de superestructura.
	43) Mantenimiento de obras complementarias.
	44) Mantenimiento de carpeta.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla V. 11. Lista indicativa de indicador es de impacto.

MEDIO.	FACTOR AMBIENTAL.	ATRIBUTOS.
Físico.	Geomorfología	Denudación
		Movimientos de materiales
	Geología	Material (tipo de roca)
		Afloramientos rocosos
	Suelo	Unidad de suelo (tipo)
		Erodabilidad
	Aire	Composición gaseosa
		Aeropartículas minerales
		Acústica
	Hidrología Superficial	Dinámica hidrológica
		Calidad del agua
		Avenidas
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación
		Abundancia de la vegetación
	Fauna	Diversidad de la fauna
		Abundancia de la fauna
	Hábitat	Sucesión ecológica
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual
		Fragilidad

Socioeconómico	Uso del suelo	Uso potencial
		Uso actual
	Elementos Urbanos	Vialidad y transporte
		Demografía
		Migración interregional
	Salud y Seguridad Social	Seguridad en el trabajo
		Calidad de vida
	Económicos	Generación de empleo
		Medios de comunicación
		Consumo de bienes y servicios
		Actividades Antrópicas

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

De esta forma se identificaron 23 Actividades durante todas las etapas programadas del proyecto y 30 Elementos del medio natural y socioeconómico sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción. Con estas variables se llevó a cabo la identificación y evaluación de los impactos ambientales, y de manera subsecuente se determinó el nivel de impactabilidad de las actividades y, por otra parte, se estableció el diseño de las medidas de mitigación, tendientes a reducir el nivel de afectación a que estarán sometidos cada uno de los elementos ambientales a lo largo de la vida del proyecto. Para cuantificar las interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos ambientales de los medios natural y socioeconómico se diseñó una matriz de correlación, la cual permite conocer el nivel de impactabilidad de las actividades y el nivel de afectabilidad de los elementos sociales, económicos o naturales. De esta manera se tiene un índice, que resulta en un número para una categorización y mejor comprensión del impacto ambiental generado por el proyecto. Estos índices permiten deducir dentro de una escala predeterminada y en escala porcentual, la relación entre el agente generador de impactos con el elemento impactado; el primero califica de cada una de las actividades del proyecto su capacidad de generar impactos sobre los diferentes elementos analizados, mientras que el segundo permite conocer cuáles serán los elementos más afectados. Finalmente, se conocen las actividades que propician desde una sola afectación hasta aquellas que son capaces de provocar un amplio espectro de impactos al medio; por otra parte, en esta interacción identificada, se reconocen los elementos más susceptibles de ser afectados por una sola actividad o por varias durante cada una de las etapas del proyecto. Con la lista simple anterior se elaboró una lista de chequeo compuesta que identifica impactos ambientales en cada una de las etapas del proyecto, los cuales se analizan agrupados y bajo el contexto de integralidad. De acuerdo con la lista de chequeo se tiene la siguiente evaluación de Impactos ambientales:

Preparación del Sitio.

- Suelo: Las afectaciones provienen de las actividades del Desmonte, Despalme, Excavación, Movimiento de tierras, Nivelación y Compactación, las cuales modificarán las propiedades del suelo el cual corresponde al tipo de luvisoles en el trazo del proyecto, son suelos que tienen una textura suave y fina con alto contenido de arcilla. Son fértiles y tienen una buena capacidad para retener agua y nutrientes. Sin embargo, son susceptibles a la compactación y pueden ser propensos a la erosión si no se manejan adecuadamente. El manejo adecuado y las prácticas de conservación del suelo son fundamentales para mantener y mejorar la productividad de estos suelos.
- Biota: Motivo por la ejecución del proyecto será necesario afectar una superficie de 0.1740 hectáreas las cuales corresponden en un 88.5% a Pastizal Cultivado y en un 11.5% a Agricultura de Humedad Anual y Permanente de la superficie de afectación. Cabe puntualizar que, debido a la apertura del proyecto, no será necesario solicitar autorización en materia de cambio de uso de suelo toda vez que el uso de suelo y vegetación donde se encuentra inmerso nuestro proyecto no es considerado como forestal, todo del sistema ambiental presenta una homogeneidad en el tipo de uso de suelo y vegetación, de modo tal que la capacidad de acogida

del proyecto es alta, el impacto de la fauna es puntual pero permanente, de modo tal que se deberán tomar acciones para mitigar las actividades de desmonte y despalme.

- Calidad del aire: Las actividades antes descritas presentan un constante movimiento de materiales y maquinaria, que emitirán a la atmósfera partículas fugitivas que alterarán de manera temporal la calidad del aire, que actualmente para la zona del camino existente de terracería se evaluó como mala, la cual puede disminuir y puede controlarse durante el periodo de lluvias. La preparación del sitio involucra el movimiento de maquinaria y consumo de combustible (Diésel) que emite gases, humos y partículas sólidas asociado a la operación del equipo, que serán adicional a la carga de contaminantes emitidos por los vehículos automotores que circulan en la vialidad colindante al predio aunado al humo generado por las localidades que tienen como principal combustible la quema de leña, un factor a destacar es que debido a que es una zona montañosa donde se ubica el presente proyecto cuenta con una buena velocidad del viento, lo que provocará que sea menor la concentración de contaminantes en una zona determinada ya que el viento diluye y dispersa rápidamente los contaminantes en el área circundante. Otro impacto es la generación de ruido de baja intensidad, intermitente y temporal, menor de 95 dB, por la operación de la maquinaria, durante el tiempo de operación del equipo, la población se encuentra cercana en las localidades de Benito Juárez y Los Ángeles y estará bajo ese efecto, lo cual se considera un impacto de magnitud e importancia media, pero intermitente, esporádico, puntual y totalmente reversible, al cese de actividades.
- Paisaje: : El cambio de los atributos del paisaje se identifica con un deterioro inicial, sobre todo durante la etapa de preparación y construcción; además es importante señalar que la zona del Sistema Ambiental se encuentra prácticamente provista de un uso de suelo con una moderada actividad antropogénica, existiendo una modificación del paisaje y de sus condiciones naturales al uso actual, las modificaciones serán prácticamente imperceptibles, y restringida al área mínima del proyecto, permanente y mitigables al final de la obra.
- Factores socioeconómicos: La integración del proyecto, desde la preparación del sitio, incrementa la seguridad para la circulación de los vehículos, ya que será necesario la integración de mano de obra para esta etapa como las subsecuentes. Esta etapa generará empleos para personal no calificado o escasamente calificado, por lo que la población recibirá este beneficio y se favorecerá la economía local. Esto conlleva a un ingreso familiar del trabajador, con un consecuente beneficio directo y encaminado al mejoramiento de su calidad de vida, lo cual ayudará bastante a los oriundos de la zona, tomando en consideración que, la zona del proyecto es catalogada como una de zona marginada y de pobreza en el Estado de Oaxaca. Este impacto, a pesar de ser benéfico es temporal, positivo, reversible, pero significa un efecto social de una trascendencia importante, sobre todo en este momento de la economía nacional. Por otra parte, los efectos negativos, se asocian a la llegada y presencia de trabajadores, dado que habrá un incremento en la generación de residuos sólidos y líquidos, de carácter temporal. Sin embargo, se tienen contemplados módulos de baño con la finalidad de mitigar los efectos generados por los trabajadores durante la preparación del sitio. Así como el manejo de los residuos generados que va desde su identificación, envasado de los mismos, almacenamiento temporalmente y se recolectarán y transportarán fuera del predio a sitios destinados para dicho fin.

Construcción.

- Suelo: La excavación, así como la integración de las terracerías y de la colocación de la base y subbase, incidirán directamente sobre el suelo que será cubierto totalmente por una capa impermeable de asfalto y material gravoso. Tiene efecto mínimo sobre la disminución en la infiltración de agua, en comparación con las condiciones de recarga actuales, a consecuencia del régimen pluvial y reducida extensión superficial del proyecto. Amén de que gran parte de la superficie se trata de terrenos agrícolas. El impacto sobre el suelo será permanente, irreversible, local, no significativo, de baja magnitud y compensable.
- Bióticos: Para este momento la reducida fauna, que como se puntualizó con anterioridad pertenecen a aves, se habrá retirado de la zona y habrá un efecto benéfico sobre los atributos

ambientales principalmente sobre el estrato vegetal, ya que el área verde natural que se tiene adyacente en la zona, por lo que seguirá cuidándose y manteniéndose, con la finalidad de tener un banco de germoplasma vegetal que, de manera natural, aporte el material vegetal necesario para colonizar los espacios abiertos, en donde dominan pastizales cultivados. Las afectaciones son negativas y temporales, al inicio de la etapa, pero al final de esta, los efectos positivos de las áreas verdes naturales presentes ocasionan efectos benéficos al retorno permanente de organismos faunísticos menores y aves que se presentan en la zona.

- Aire: La calidad del aire se alterará de igual manera que en la etapa de preparación, pero con total disminución en la generación de polvos fugitivos; partículas dispersas y combustión de equipos y vehículos, asociados a la descarga de materiales de construcción, así como la eliminación de escombro y materiales que no son útiles como relleno y mejoramiento del terreno, estos impactos son totalmente temporales, intermitentes, mitigables y puntuales, sin afectaciones más allá de su tiempo de duración. Haciendo hincapié en que el lugar del trazo del proyecto se catalogó como de mala calidad ambiental, sin embargo, deben considerarse llevarse a cabo todas las medidas de mitigación con la finalidad de no empeorar este estado.
- Paisaje: El paisaje en esta fase del proyecto será conducido paulatinamente hacia su diseño previo y obviamente a su concepción final, produciendo un efecto permanente, irreversible sobre los atributos naturales de la zona del sitio, ocasionará un efecto visual de baja trascendencia; en comparación con los impactos negativos, los cuales tienen un carácter estético visual permanente, pero de baja magnitud, dado que el entorno actual habrá de modificarse con respecto a las condiciones naturales del proyecto, que se adaptarán al uso de suelo que existe en la zona.
- Factores socioeconómicos: Los impactos socioeconómicos benéficos están asociados a la generación de empleos, durante la etapa de construcción se requerirá también de personal altamente calificado y no calificado, lo que tendrá un impacto positivo de baja magnitud, moderada importancia, temporal y reversible al término de la obra. Dentro de los aspectos negativos se observará la generación de ruidos, polvos, residuos sólidos, movimiento vehicular local y presencia de trabajadores modificando parcialmente las actividades y hábitos normales de la vida cotidiana, la cual se encuentra acostumbrada a la presencia de trabajadores, dado la construcción de esta vialidad, su conexión entre localidades de Benito Juárez y Los Ángeles, que se asocia a un tráfico intenso de vehículos particulares privados, de pasajeros y de carga, así como la autopista ubicada al sur del proyecto. Este impacto es local, reversible, temporal y de baja importancia.

Operación.

- Suelo: Este elemento puede sufrir impactos importantes, si la disposición de residuos sólidos y líquidos resulta inadecuada; el impacto sería de baja magnitud, dada la escasa generación de residuos derivados de la operación; sin embargo, para el manejo de residuos se tiene contemplada su identificación, envasado, almacenamiento, recolección y disposición fuera del predio en sitios ex profeso; el impacto positivo será la generación de fuentes de empleo y la modernización del camino existente de terracería hacia una carretera pavimentada, favorecerá la seguridad del tránsito de los vehículos; De esta forma el impacto es positivo, permanente, regional, irreversible y con efectos sinérgicos, de carácter benéfico.
- Agua: El líquido utilizado en esta etapa será baja, destinado a los servicios para los vehículos en bajos volúmenes. El impacto es negativo, local, permanente y mitigable. Sin embargo, se recomienda desazolvar con frecuencia las obras de drenaje, con la finalidad de evitar encharcamientos, inundaciones y posibles desgajes del camino y/o del lomerío, es decir no interrumpir el cauce natural de este tipo de corrientes de agua.
- Aire: Este atributo se altera, aunque de manera no significativa, toda vez que una vez que se encuentre en funcionamiento la carretera pavimentada, las emisiones serán locales y mitigables. Amen, de que la carretera de terracería ya existe. Razón que permite colegir que, las partículas

de polvo suspendidas disminuirán considerablemente por el tránsito de vehículos automotores, toda vez que ya no existirá la terracería. En el entendido de que, las emisiones de polvo producidos en caminos no pavimentados inician con la pulverización del material superficial de suelo causado por la fuerza de las ruedas de los vehículos, al levantar y exponer el polvo a corrientes fuertes de aire detrás de las ruedas.

- Socioeconómicos: Se generarán empleos permanentes y desencadenará una mejora económica para el trabajador, Municipio, Estado y Federación. Motivo de que la infraestructura y los servicios de comunicaciones y transportes son elementos esenciales para integrar una política de Estado que impulse el crecimiento económico y eleve la justicia social, la cual está muy olvidada en este municipio. Además, se tiene el efecto sinérgico de promover mayores posibilidades de alcanzar una mayor seguridad para el tránsito vehicular y la disminución de accidentes en esta zona, reconocida como de alta peligrosidad por las curvas existentes. La generación de residuos sólidos no dejará de estar presente, esta afectación será local, controlable, de baja magnitud, mitigable y permanente.

Mantenimiento.

- Bióticos: Los elementos de fauna menor como las aves que fue la única clase de individuos que se encontraron en el sitio del proyecto, estos, se desplazaron al inicio de la preparación del sitio, por lo que podrán volver y formar nuevamente una comunidad, ya que se acostumbrarán a la operación, así mismo un adecuado programa de conservación que se tendrá garantizará la existencia del Uso de Suelo y Vegetación, así mismo con el precepto de no molestar a los organismos presentes, ayudará a un hábitat favorable de la fauna.
- Socioeconómicos: El mantenimiento de todas las instalaciones es la respuesta a la necesidad de garantizar la operación del proyecto, el incremento de la seguridad y la reducción de accidentes vehiculares, así como el alargamiento de su vida útil, refrendando la pertinencia y factibilidad de seguridad, ambiental, social y económica de este tipo de proyectos. Es un impacto positivo, a largo plazo, permanente, local y sinérgico. Como efecto secundario, la posible etapa de abandono del sitio no se tiene contemplada en mínimo 100 años, en caso de presentarse se deberá contar con información que permita evaluar la posibilidad de recuperar las características ambientales que existían antes o después del desarrollo del proyecto o decidir si lo más factible es dirigir las actividades hacia la reclamación o rehabilitación de este. Es un impacto permanente y benéfico, de magnitud moderada, pero de alta importancia ambiental y social.

Tabla V. 12. Componentes y factores del entorno.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR	INDICADOR DE IMPACTO
Medio Físico	Abiótico	Aire	Calidad del Aire	Incremento de partículas. Emisión visible de polvos y gases. Percepción de olores.
			Visibilidad	Percepción del sentido de la vista donde se reduce la distancia a que pueden reconocerse o verse los objetos.
			Nivel de ruido	Incremento de decibeles.
		Geología y Geomorfología	Relieve y microrelieve	Cambios del terreno que generan modificaciones en las propiedades del suelo o escorrentías naturales.
		Suelo	Estructura	Cambios en horizontes y propiedades del suelo.
			Calidad	Cambios en las características químicas del suelo, por la adición de sustancias extrañas o diferentes tipos de residuos.
			Uso del suelo	Modificación de vocación natural o existente del suelo.
			Erosión	Pérdida de suelo superior a la existente bajo una condición de uso del suelo preexistente o actividad.
		Hidrología Subterránea	Recarga hidrológica	Modificación en la recarga hidrológica, al reducir la impermeabilidad
			Calidad	Cambios en las características biológicas, físicas y químicas del agua.
		Hidrología Superficial	Usos de agua superficiales	Alteración de flujos de aguas superficiales.
				Uso y generación de aguas residuales.
			Calidad	Cambios en las características biológicas, físicas y químicas del agua.
Medio Biótico	Flora	Terrestre	Abundancia	Cambios en la estructura y composición de las comunidades vegetales que afectan la cobertura vegetal
			Estatus de conservación	Número de especies protegidas y /o endémicas
	Fauna	Terrestres	Abundancia	Cambios en la estructura y composición de las comunidades de fauna.
			Estatus de conservación	Número de especies protegidas y /o endémicas
Medio socioeconómico	Perceptual	Unidades de paisaje	Cualidades escénicas	Percepción e interpretación mental de cambios en la calidad del entorno natural por la inclusión de elementos exógenos.
	Económico	Economía	Nivel de empleo.	Cambios en la estructura de percepciones económicas de asalariados.
			Valor del suelo	Modificación repentina en el precio del terreno.
			Desarrollo regional	Cambios en la estructura económica regional que modifica los niveles de vida existentes debido a la demanda de insumos por el proyecto.
		Infraestructura	Equipamiento	Cambios en la estructura de componentes de importancia social que contribuyen al adecuado funcionamiento de la sociedad.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Cabe destacar que el cuadro siguiente, contiene una lista de factores ambientales y socioeconómicos, que pueden interactuar con las actividades del proyecto, es decir posibles factores que pueden ser afectados por el proyecto.

Tabla V. 13. Factores susceptibles de afectación y su instrumento legal de regulación del proyecto.

MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL	REGULADOR DE INDICADOR
ABIÓTICO	Aire	Niveles de ruido	Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión del Ruido de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el Art. 11 establece la máxima emisión de ruido permisible para fuentes fijas. El nivel máximo permisible es de 68 dB(A), entre 6:00 y 22:00 (por el día) y 65 dB(A) entre 22:00 y 6:00 (por la noche). NOM-080-SEMARNAT-1994. 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.
		Calidad del aire	NOM-041-SEMARNAT-2015. Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. NOM-043-SEMARNAT-1993. Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. NOM-044-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos. NOM-045-SEMARNAT-2006. Niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escapa de vehículos automotores en

			circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible. NOM-050-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas L.P., gas natural u otros combustibles alternos como combustible. NOM-025-SSA1-1993. Salud ambiental. - Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Y para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM_{10} y partículas menores de 2.5 micrómetros $PM_{2.5}$ de calidad del aire ambiente. NOM- 085-SEMARNAT+-2011. Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.
	Geomorfología	Relieve	Dado que no existe normatividad aplicable que regule cambios en el relieve, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, *inter alia*, el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un Sistema Ambiental determinado, ya consideraos.
	Edafología	Calidad del suelo	NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. INEGI, Grados de Erosión del Suelo. Guía para la Interpretación de Cartografía de Uso Potencial del Suelo, 2005.
		Estructura	Dado que no existe normatividad aplicable que regule cambios en la estructura, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, *inter alia*, el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un SA determinado, incluidos en este Capítulo.
	Hidrología Superficial	Patrón de drenaje	Dado que no existe normatividad aplicable que regule el cambio en patrón de drenaje, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, *inter alia*, el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un Sistema Ambiental determinado, aspectos incluidos en este Capítulo.
		Calidad del agua	NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites Máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. NOM-003-SEMARNAT-1997. Límites máximos permisibles de contaminantes para aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
	Hidrología Subterránea	Disponibilidad y uso del agua	Dado que no existe normatividad aplicable que regule la Disponibilidad y uso de agua subterránea, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, *inter alia*, el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un Sistema Ambiental determinado, aspectos incluidos en este Capítulo.
		Recarga del acuífero	Condiciones particulares de descarga de acuerdo con lo que emita la CONAGUA.
		Calidad del agua	NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites Máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
	Residuos	Residuos sólidos	NOM-161-SEMARNAT-2011. Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
		Residuos peligrosos	NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.
BIÓTICO	Vegetación	Estructura y composición de comunidades	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.
		Especies con estatus de protección	

	Fauna	Abundancia y distribución de comunidades	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.
		Hábitat	
		Especies con estatus de protección	
	Paisaje	Características del paisaje	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.
SOCIOECONÓMICO	Población y trabajadores	Oferta de empleo.	
		Seguridad.	
	Servicios e infraestructura	Demanda de insumos y servicios.	
		Infraestructura.	

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

La matriz de identificación de impactos permite identificar las interacciones que tendrá una actividad con cada uno de los elementos del ambiente, identificando si puede o no generar un impacto; cada una de estas interacciones constituye la primera hipótesis de las posibilidades de impacto ambiental:

Tabla V. 14. Posibles Interacciones entre las Actividades y Atributos Ambientales del proyecto.

TOTAL, DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO.	TOTAL, DE ATRIBUTOS AMBIENTALES.	TOTAL, DE INTERACCIONES.
22 actividades.	30 Elementos.	660

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Dado lo anterior, a continuación, se presentan las siguientes matrices realizadas, con las interacciones de impactos identificados, así como la evaluación, ponderación y descripción de estos. De manera complementaria, se presentan los cuadros con la base de la calificación de diez criterios, donde se evalúa de manera cuantitativa la presencia del impacto sobre los factores físicos, biológicos y socioeconómicos. De esta forma se incluyen por cada etapa y obra o actividad, los siguientes productos:

- ✓ Matriz de identificación de impactos, que incluye solo la interacción entre las actividades del proyecto y los atributos del medio.
- ✓ Cuadro de evaluación del impacto, donde se utilizan diez criterios, con valores de 0 a 2, negativos y positivos, que se asignan a las 10 categorías respectivas de los impactos ambientales.

Al final de cada evaluación, se pondera el rango en el que se presenta el impacto, y se relaciona la sumatoria de la evaluación con la siguiente clasificación de los impactos identificados.

Tabla V. 15. Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación.

IMPACTO BAJO	IMPACTO MEDIO	IMPACTO ALTO
5-10	11-16	17-22

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

A partir de la Matriz de identificación de impactos del Puente se tienen como primeras conclusiones que se desarrollaran 22 actividades y 30 factores ambientales, lo que ofrece un total de 660 interacciones potenciales, de las cuales solo aplican 201 interacciones identificadas para el proyecto, que significa el 30.45% de Impactabilidad. La siguiente tabla resume estos valores, así como la distribución de los impactos por cada etapa del proyecto y su expresión gráfica:

Tabla V. 16. Interacciones Identificadas.

Actividades	22
Factores	30
Interacciones potenciales	660
Interacciones detectadas	201
Impactabilidad del proyecto	30.45%

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

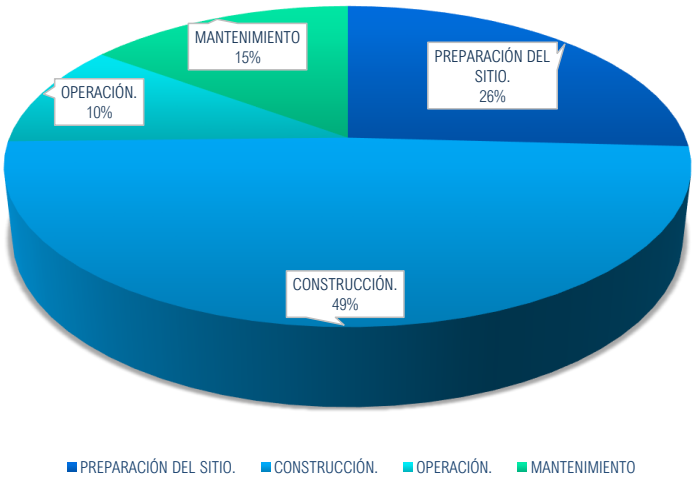
Tabla V. 17. Interacciones identificadas y Porcentaje.

	PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Impactos detectados	52	98	21	30
Porcentaje de impactos	25.87%	48.76%	10.45%	14.93%

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

La siguiente gráfica resume estos valores, así como la distribución de los impactos por cada etapa del proyecto:

Gráfica V. 1. Distribución de los Impactos por etapa.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla V. 18. Matriz ponderada de impactos ambientales.

Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.																																
MEDIO.	FACTOR AMBIENTAL.	ATRIBUTOS.	PREPARACIÓN DEL SITIO.						CONSTRUCCIÓN.												OPERACIÓN.			MANTENIMIENTO.					SUMA TOTAL
			TRAZO Y DELIMITACIÓN DDV	DESMONTE DE LA VEGETACIÓN	DESPALME DEL SUELO	EXCAVACIÓN	NIVELACIÓN Y RELLENOS	SUMA	CONEXIÓN CON VIALIDAD	ZAPATAS DE CIMENTACIÓN	PILOTES	PLATAFORMA DE PUENTE	CONSTRUCCIÓN DE LOS TERRAPLENES	JUNTAS DE DILATACIÓN	SISTEMA DE DRENAJE	ACARREOS DE MATERIAL	OBRAS COMPLEMENTARIAS (LOSAS, POSTES, LAVADEROS, PARAPETOS).	MANEJO DE RESIDUOS DE OBRA	SEÑALAMIENTO	SUMA	TRÁNSITO VEHICULAR	PROGRAMA DE VIGILANCIA	SUMA	BACHEO, PINTURA Y SEÑALIZACIÓN	MANTENIMIENTO DE SUPERESTRUCTURA	MANTENIMIENTO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS (LOSAS, POSTES, LAVADEROS, PARAPETOS).	MANTENIMIENTO DE CARPETA	SUMA	
Físico.	Geomorfología	Denudación					1	1	1	1	1									3			0					0	4
		Movimientos de materiales				1	1	2	1	1	1									3			0					0	5
	Geología	Material (tipo de roca)				1	1	2	1	1	1									4			0					0	6
		Afloramientos rocosos				1		1			1									1			0					0	2
	Suelo	Unidad de suelo (tipo)			1			1	1			1								2			0				1	1	4
		Erodabilidad		1	1		1	3	1			1	1					1		4			0				1	1	8
	Aire	Composición gaseosa			1	1	1	3	1			1				1	1	1		5	1		1		1		1	2	11
		Aeropartículas minerales		1	1	1	1	4	1	1		1					1	1		5	1	1	2			1		1	12
		Acústica		1	1	1	1	4	1		1	1		1		1	1	1		7	1	1	2			1		1	14
	Hidrología Superficial	Dinámica hidrológica				1		1	1		1				1					3			0					0	4
		Calidad del agua				1	1	2	1								1			2			0		1		1	2	6
		Avenidas				1		1												0			0		1			1	2
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación		1				1	1											1			0					0	2
		Abundancia de la vegetación		1				1	1	1	1							1		4			0					0	5
	Fauna	Diversidad de la fauna		1	1			2	1											1			0					0	3
		Abundancia de la fauna		1	1	1	1	4	1		1				1			1		4	1	1	2	1		1		2	12
	Hábitat	Sucesión ecológica			1	1		2	1									1		2			0					0	4
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual		1	1		1	3	1	1	1		1			1				5			0		1			1	9
		Fragilidad			1		1	2	1		1				1			1		4			0					0	6
Socioeconómico	Uso del suelo	Uso potencial	1					1	1		1		1							3			0					0	4
		Uso actual	1					1	1							1				2			0					0	3
	Elementos Urbanos	Vialidad y transporte						0	1			1			1					3	1	1	2		1	1	1	3	8
		Demografía						0												0	1		1		1		1	2	3
		Migración interregional						0								1				1	1	1	2					0	3
	Salud y Seguridad Social	Seguridad en el trabajo				1	1	2	1	1	1	1	1			1	1	1		8			0					0	10
		Calidad de vida		1				1											1	1	1	1	2	1	1		1	3	7
	Económicos	Generación de empleo	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	10	1	1	2	1	1	1	1	4	21
		Medios de comunicación						0	1											1	1	1	2	1	1	1	1	4	7
		Consumo de bienes y servicios			1		1	2	1	1		1	1	1			1	1	1	8		1	1					0	11
		Actividades Antropicas						0							1					1	1	1	2		1		1	2	5
SUMA TOTAL			3	10	12	13	14	52	24	9	13	10	6	3	5	7	7	11	3	98	11	10	21	4	10	6	10	30	201

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Para determinar si alguna de las acciones que están asociadas al proyecto generará un impacto sobre algún elemento constitutivo del ambiente, es necesario establecer los elementos que pudieran resultar afectados. A esos elementos del ambiente que son sensibles a la acción ejercida por diferentes agentes de cambio se les denomina indicadores ambientales.

INDICADORES DE IMPACTO.

A continuación, se presenta una serie de índices 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, al momento del desarrollo del proyecto.

Tabla V. 19. Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales.

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA			
		PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Relieve e Inestabilidad	Superficie afectada de la geomorfología	X			
Vegetación y Hábitat	Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal	X			X
	Volumen reincorporado al suelo como sustrato	X			
	Numero de organismos propagados		X	X	X
	Supervivencia de organismos sembrados			X	X
	Superficie rehabilitada con vegetación local.		X	X	X
Fauna	Número de organismos reubicados	X	X		X
	Numero de madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	X	X		X
	Número de cursos de educación y capacitación ambiental	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		
	Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces	X	X		
	Calidad del Agua				X
Seguridad en el transporte	Número de accidentes ocurridos en la carretera y lugar de incidencia				X
Seguridad e higiene en el trabajo	Número de accidentes laborales por actividad	X	X		

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Como se observa en el cuadro 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. Cabe destacar que los principales indicadores de impacto deben atenderse durante la Etapa de Preparación del sitio y en segunda jerarquía durante la etapa de Construcción del proyecto. A continuación, se presentan los elementos ambientales del Sistema Ambiental que se consideraron como sensibles a la presencia de alguna actividad o condición derivada de la ejecución del proyecto y una breve descripción de estos.

Tabla V. 20. Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto.

FACTOR AMBIENTAL DEL SA	ELEMENTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Suelo	Características físicas y químicas	Se considera las modificaciones del pH, granulométrica, composición química, etc.
	Grado de erosión	Desgaste de este por las actividades del proyecto; influyendo en su estabilidad en el área de estudio.
Atmósfera	Calidad del Aire	Se evaluaron en función de la emisión de gases o partículas a lo largo del desarrollo del proyecto.
	Generación de Ruido	Niveles de ruido asociados a cada actividad.
Hidrología Superficial	Calidad del Agua	Variación en la calidad del agua en el área de estudio debido a actividades del proyecto, así como el cambio que pudiera presentarse en los usos actuales al agua disponible en el área de estudio y en el patrón de drenaje existente.
	Usos	
	Patrón de drenaje	
Hidrología Subterránea	Calidad del agua	Se considera la afectación en la calidad del agua existente y el grado de disponibilidad del recurso en función de las diferentes actividades desarrolladas durante las fases del proyecto.
	Disponibilidad del recurso	
Geomorfología	Modificación del relieve	Se evalúan las modificaciones que pudieran sufrir las formas originales que presenta el relieve dentro del área de estudio (modificación del relieve).
Flora	Cobertura vegetal	Magnitud de la superficie cubierta por vegetación.
	Diversidad de especies	El número de especies vegetales diferentes presentes dentro del Sistema Ambiental.
	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	La existencia de especies vegetales que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma o con alguna disposición internacional, dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.
Fauna terrestre	Patrones de distribución	Las afectaciones que pudieran sufrir alguna modificación de los patrones de distribución de las especies de fauna presentes en el área de estudio y las modificaciones sufrir la abundancia y diversidad de la fauna.
	Abundancia y Diversidad.	

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.

En el siguiente cuadro, se detallan los indicadores de impacto ambiental enunciados para el proyecto, incluyendo la forma de evaluación, así como el comportamiento del indicador a lo largo del tiempo.

Tabla V. 21. Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental.

INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN
Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.	Cuantificar el número de organismos y posteriormente cuantificar la superficie final afectada por las actividades del proyecto.
Volumen de restos de vegetación triturada y reincorporada al suelo como sustrato.	Estimar el volumen de restos de vegetación triturada y adicionada al suelo recuperado, lo cual da como resultado el volumen final reutilizado.
Numero de organismos vegetales 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, en las áreas verdes o terrenos en recuperación, o de interés ecológico y cuantificar el número de organismos sembrados y 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 desarrollo y establecimiento 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 desarrollo y establecimiento 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 ser utilizado en la recuperación ecológica, ya sea espacios afectados o en otros terrenos de interés particular de la población, incluso en bancos de materiales o como cobertura del relleno sanitario municipal.
Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial	Realizar estudios conforme a la normatividad aplicable.

Número de accidentes laborales por actividad	Llevar periódicamente un registro pormenorizado de los accidentes e incidentes laborales derivados de todas las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

V.3. Valoración de los Impactos.

El análisis de los impactos ambientales para el presente proyecto se basa en criterios que se acuerdan entre los especialistas participantes, basados en los siguientes diez criterios, incluyendo el criterio de Naturaleza, esto es si el impacto es Negativo o Positivo, los cuales se detallan en la siguiente tipificación de los impactos ambientales a considerar dentro de las matrices de ponderación del proyecto:

Tabla V. 22. Lista indicativa de criterios utilizados.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN.
Naturaleza. -	Carácter de 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

A continuación, se presenta la síntesis de los criterios señalados:

Tabla V. 23. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales.

TIPO DE IMPACTO	CATEGORÍA	PONDERACIÓN
NATURALEZA.	Positivo "+" (Benéfico)	+
	Negativo "-" (Perjudicial)	-
INTENSIDAD (IN).	Baja	0
	Media	1
	Alta	2
EXTENSIÓN (EX).	Puntual O Parcial	0
	Extenso	1
	Regional O Crítico	2
MOMENTO (MO).	Corto Plazo O Inmediato	0
	Mediano Plazo	1
	Largo Plazo O Critico	2
PERSISTENCIA (PE).	Fugaz	0
	Temporal	1
	Permanente	2

REVERSIBILIDAD (RV).	Corto Plazo	0
	Mediano Plazo	1
	Irreversible	2
RECUPERABILIDAD (MC).	Recuperable De Manera Inmediata	0
	Recuperable a Mediano Plazo o Mitigable	1
	Irrecuperable	2
SINERGIA(SI).	Sin Sinergismo (Simple)	0
	Sinérgico	1
	Muy Sinérgico	2
ACUMULACIÓN (AC).	Simple	0
	Acumulativo	2
EFECTO (EF).	Indirecto (Secundario)	0
	Directo	2
PERIODICIDAD (PR).	Irregular O Aperiódico Y Discontinuo	0
	Periódico	1
	Continuo	2

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Una vez calificados todos los impactos identificados, se suman los valores obtenidos en los diez rubros para cada atributo ambiental, obteniendo un valor total para cada uno. Con los valores obtenidos, se colocan los resultados de la categorización realizada en cada actividad del proyecto. Posteriormente se procede a realizar la jerarquización de los impactos ambientales y la descripción de los impactos identificados, incluyendo la recomendación de cómo se puede cuantificar y atenuar el efecto sobre el factor ambiental analizado. La siguiente tabla muestra la valoración jerárquica de cada uno de los impactos ambientales identificados en la etapa anterior.

Tabla V. 24. Evaluación de los impactos ambientales.

PREPARACIÓN DEL SITIO.												
Trazo y delimitación DDV.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Uso potencial	1	1	0	1	1	1	1	0	1	2	0	8
Uso actual	1	1	0	1	0	1	1	1	1	2	0	8
Generación de empleo	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	5
												21
Desmonte de la vegetación.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Erodabilidad	-1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	-5
Aeropartículas minerales	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-4
Acústica	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-4
Diversidad de la vegetación	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Abundancia de la vegetación	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Diversidad de la fauna	-1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	-5
Abundancia de la fauna	-1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	-6
Calidad visual	-1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	-7
Calidad de vida	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	7
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
												-34
Despalme del suelo.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Unidad de suelo (tipo)	-1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	-5
Erodabilidad	-1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	-5
Composición gaseosa	-1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	-7
Aeropartículas minerales	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	-5
Acústica	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-4
Diversidad de la fauna	-1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	-5
Abundancia de la fauna	-1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	-4
Sucesión ecológica	-1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	-5
Calidad visual	-1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	-6
Fragilidad	-1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	-7

Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Consumo temporal de bienes y servicios	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	6
												-37
Excavación.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Movimientos de materiales.	-1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	-7
Material (tipo de roca)	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Afloramientos rocosos	-1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	-8
Composición gaseosa	-1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	-6
Aeropartículas minerales	-1	1	0	1	1	1	0	1	0	2	1	-8
Acústica	-1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	-6
Dinámica hidrológica	-1	0	0	1	1	1	1	1	0	2	1	-8
Calidad del agua	-1	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	-4
Avenidas	-1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	-7
Abundancia de la fauna	-1	1	1	0	0	0	1	0	1	2	0	-6
Sucesión ecológica	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	6
Seguridad en el trabajo	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8
Generación de empleo	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8
												-48
Nivelación y rellenos.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-7
Movimientos de materiales	-1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	-7
Material (tipo de roca)	-1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-6
Erodabilidad	-1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	-8
Composición gaseosa	-1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	-6
Aeropartículas minerales	-1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	-5
Acústica	-1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	-4
Calidad del agua	-1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	-7
Abundancia de la fauna	-1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	-5
Calidad visual	-1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-6
Fragilidad	-1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	-6
Seguridad en el trabajo	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	12
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	13
												-33
CONSTRUCCIÓN.												
Conexión con Vialidad.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	-9
Movimientos de materiales	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Material (tipo de roca)	-1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	-5
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Erodabilidad	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	-8
Composición gaseosa	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-11
Aeropartículas minerales	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	-5
Acústica	-1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	-6
Dinámica hidrológica	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Calidad del agua	-1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	-7
Diversidad de la vegetación	-1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	-5
Abundancia de la vegetación	-1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	-7
Diversidad de la fauna	-1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	-8
Abundancia de la fauna	-1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	-6
Sucesión ecológica	-1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	-5
Calidad visual	-1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	-8
Fragilidad	-1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	-5
Uso potencial	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Uso actual	-1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	-8
Vialidad y transporte	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Seguridad en el trabajo	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	7
Generación de empleo	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	5
Medios de comunicación	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	6
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
												-107

Zapatas de cimentación.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	-8
Movimientos de materiales	-1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	-7
Material (tipo de roca)	-1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-8
Aeropartículas minerales	-1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	-9
Abundancia de la vegetación	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-8
Calidad visual	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-9
Seguridad en el trabajo	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	8
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
												-23
Pilotes.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-9
Movimientos de materiales	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-9
Material (tipo de roca)	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-7
Afloramientos rocosos	-1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	-7
Acústica	-1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	-8
Dinámica hidrológica	-1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-6
Abundancia de la vegetación	-1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	-6
Abundancia de la fauna	-1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-6
Calidad visual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Fragilidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Uso potencial	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
												-16
Plataforma de puente.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Material (tipo de roca)	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-11
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-11
Erodabilidad	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Composición gaseosa	-1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	-9
Aeropartículas minerales	-1	1	0	0	2	2	1	1	1	1	1	-10
Acústica	-1	1	1	0	2	2	1	1	1	1	2	-12
Vialidad y transporte	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	11
Seguridad en el trabajo	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	11
												-21
Construcción de los Terraplenes.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Erodabilidad	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	-13
Calidad visual	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	-13
Uso potencial	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	-13
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	13
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
												-6
Juntas de dilatación.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Acústica	-1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	-9
Generación de empleo	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	6
Consumo temporal de servicios	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	6
												3
Sistema de drenaje.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Dinámica hidrológica	-1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-6
Abundancia de la fauna	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Fragilidad	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Vialidad y transporte	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Actividades antrópicas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
												-9
Acarreos de material.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Composición gaseosa	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-11
Acústica	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-11

Calidad visual	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-11
Uso actual	-1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	-13
Migración interregional	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	12
Seguridad en el trabajo	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	6
Generación de empleo	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7
												-21
Obras complementarias (Losas, Postes, Lavaderos, Parapetos).	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Composición gaseosa	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Aeropartículas minerales	-1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	-13
Acústica	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-12
Calidad del agua	-1	1	1	1	1	0	0	2	1	2	1	-10
Seguridad en el trabajo	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	6
Generación de empleo	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	6
												-26
Manejo y disposición de residuos de obra.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Erodabilidad	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Composición gaseosa	-1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	-5
Aeropartículas minerales	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Acústica	-1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	-8
Abundancia de la vegetación	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-7
Abundancia de la fauna	-1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	-7
Sucesión ecológica	-1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	-8
Fragilidad	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	-8
Seguridad en el trabajo	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Generación de empleo	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
												-19
Señalamiento.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Calidad de vida	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	6
Generación de empleo	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	6
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	6
												18
OPERACIÓN.												
Tránsito Vehicular.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Composición gaseosa	-1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	-17
Aeropartículas minerales	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	-8
Acústica	-1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	-17
Abundancia de la fauna	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	-8
Vialidad y transporte	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Demografía	-1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-5
Migración interregional	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Calidad de vida	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Medios de comunicación	1	2	0	1	0	0	1	1	1	2	1	9
Actividades Antropicas	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	12
												11
Programa de vigilancia.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Aeropartículas minerales	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-7
Acústica	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Abundancia de la fauna	-1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	-16
Vialidad y transporte	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Migración interregional	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	10
Calidad de vida	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Generación de empleo	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8
Medios de comunicación	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Actividades Antropicas	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8
												22
MANTENIMIENTO.												

Bacheo, pintura y señalización.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Abundancia de la fauna	-1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	-7
Calidad de vida	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	7
Generación de empleo	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	5
Medios de comunicación	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8
												13
Mantenimiento de superestructura.	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Composición gaseosa	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Calidad del agua	-1	1	1	2	0	0	1	2	2	2	2	-13
Avenidas	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	-8
Calidad visual	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	13
Vialidad y transporte	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Demografía	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	16
Calidad de vida	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Medios de comunicación	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Actividades antrópicas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
												40
Mantenimiento de obras complementarias (losas, postes, lavaderos, parapetos).	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Aeropartículas minerales	-1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	-4
Acústica	-1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	-5
Abundancia de la fauna	-1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	-7
Vialidad y transporte	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9
Generación de empleo	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8
Medios de comunicación	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
												8
Mantenimiento de carpeta	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	-8
Erodabilidad	-1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	-5
Composición gaseosa	-1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	-4
Calidad del agua	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Vialidad y transporte	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Demografía	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Generación de empleo	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Medios de comunicación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Actividades antrópicas	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
												49

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla V. 25. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.

Puente vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

MEDIO.	FACTOR AMBIENTAL.	ATRIBUTOS.	PREPARACIÓN DEL SITIO.						CONSTRUCCIÓN.											OPERACIÓN.			MANTENIMIENTO.					
			TRAZO Y DELIMITACIÓN DDV	DESMONTE DE LA VEGETACIÓN	DESPALME DEL SUELO	EXCAVACIÓN	NIVELACIÓN Y RELLENOS	SUMA	CONEXIÓN CON VIALIDAD	ZAPATAS DE CIMENTACIÓN	PILOTES	PLATAFORMA DE PUENTE	CONSTRUCCIÓN DE LOS TERRAPLENES	JUNTAS DE DILATACIÓN	SISTEMA DE DRENAJE	ACARREOS DE MATERIAL	OBRAS COMPLEMENTARIAS (LOSAS, POSTES, LAVADEROS, PARAPETOS).	MANEJO DE RESIDUOS DE OBRA	SEÑALAMIENTO	SUMA	TRÁNSITO VEHICULAR	PROGRAMA DE VIGILANCIA	SUMA	BACHEO, PINTURA Y SEÑALIZACIÓN	MANTENIMIENTO DE SUPERESTRUCTURA	MANTENIMIENTO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS (LOSAS, POSTES, LAVADEROS, PARAPETOS).	MANTENIMIENTO DE CARPETA	SUMA	SUMA TOTAL
Físico.	Geomorfología	Denudación					-7	-7	-9	-8	-9									-26			0					0	-33
		Movimientos de materiales				-7	-7	-14	-10	-7	-9									-26			0					0	-40
	Geología	Material (tipo de roca)				-10	-6	-16	-5	-8	-7	-11								-31			0					0	-47
		Afloramientos rocosos				-8		-8			-7									-7			0					0	-15
	Suelo	Unidad de suelo (tipo)			-5			-5	-9			-11								-20			0				-8	-8	-33
		Erodabilidad		-5	-5		-8	-18	-8			-9	-13					-9		-39			0				-5	-5	-62
	Aire	Composición gaseosa			-7	-6	-6	-19	-11			-9				-11	-10	-5		-46	-17		-17		-10		-4	-14	-96
		Aeropartículas minerales		-4	-5	-8	-5	-22	-5	-9		-10					-13	-9		-46	-8	-7	-15			-4		-4	-87
		Acústica		-4	-4	-6	-4	-18	-6		-8	-12		-9		-11	-12	-8		-66	-17	-10	-27			-5		-5	-116
	Hidrología Superficial	Dinámica hidrológica				-8		-8	-9		-6				-6					-21			0					0	-29
		Calidad del agua				-4	-7	-11	-7								-10			-17			0		-13		8	-5	-33
		Avenidas				-7		-7												0			0		-8			-8	-15
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación		-10				-10	-5											-5			0					0	-15
		Abundancia de la vegetación		-10				-10	-7	-8	-6							-7		-28			0					0	-38
	Fauna	Diversidad de la fauna		-5	-5			-10	-8											-8			0					0	-18
		Abundancia de la fauna		-6	-4	-6	-5	-21	-6		-6				-10			-7		-29	-8	-16	-24	-7		-7		-14	-88
	Hábitat	Sucesión ecológica			-5	6		1	-5									-8		-13			0					0	-12
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual		-7	-6		-6	-19	-8	-9	9		-13			-11				-32			0		13			13	-38
		Fragilidad			-7		-6	-13	-5		9				-10			-8		-14			0					0	-27
Socioeconómico	Uso del suelo	Uso potencial	8					8	7		7		-13							1			0					0	9
		Uso actual	8					8	-8							-13				-21			0					0	-13
	Elementos Urbanos	Vialidad y transporte						0	-10			11			7					8	17	7	24		8	9	17	34	66
		Demografía						0												0	-5		-5		16		7	23	18
		Migración interregional						0								12				12	10	10	20					0	32
	Salud y Seguridad Social	Seguridad en el trabajo				8	9	17	7	8	7	9	13			6	6	17		73			0					0	90
		Calidad de vida		7				7											6	6	7	7	14	7	7		10	24	51
	Económicos	Generación de empleo	5	10	10	8	12	45	5	9	10	10	10	6		7	7	17	6	87	11	8	19	5	10	8	7	30	181
		Medios de comunicación						0	6											6	9	8	17	8	7	7	10	32	55
		Consumo de bienes y servicios			6		13	19	9	9		11	10	6			6	8	6	65		7	7					0	91
		Actividades Antrópicas						0							10					10	12	8	20		10		7	17	47
SUMA TOTAL			21	-34	-37	-48	-33	-131	-107	-23	-16	-21	-6	3	-9	-21	-26	-19	18	-227	11	22	33	13	40	8	49	110	-215

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Comentado [HB1]: Matriz de otro proyecto, el nombre indica que es del 3+700 de biota

[redacted]

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Como puede observarse, algunos de los impactos se manifiestan en diferentes etapas del proyecto, por lo cual se ha llevado a cabo un concentrado con la finalidad de obtener el número real de impactos significativos derivados del proyecto los cuales se presentan a continuación:

Tabla V. 26. Impactos significativos derivados del proyecto.

MEDIO.	FACTOR AMBIENTAL.	ATRIBUTOS.	
Físico.	Geomorfología	Denudación	4
		Movimientos de materiales	5
	Geología	Material (tipo de roca)	6
		Afloramientos rocosos	2
	Suelo	Unidad de suelo (tipo)	4
		Erodabilidad	8
	Aire	Composición gaseosa	11
		Aeropartículas minerales	12
		Acústica	14
	Hidrología Superficial	Dinámica hidrológica	4
		Calidad del agua	6
		Avenidas	2
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación	2
		Abundancia de la vegetación	5
	Fauna	Diversidad de la fauna	3
		Abundancia de la fauna	12
	Hábitat	Sucesión ecológica	4
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual	9
		Fragilidad	6
Socioeconómico	Uso del suelo	Uso potencial	4
		Uso actual	3
	Elementos Urbanos	Vialidad y transporte	8
		Demografía	3
		Migración interregional	3
	Salud y Seguridad Social	Seguridad en el trabajo	10
		Calidad de vida	7
	Económicos	Generación de empleo	21
		Medios de comunicación	7
		Consumo de bienes y servicios	11
		Actividades Antrópicas	5

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

ÍNDICE DE IMPACTABILIDAD Y AFECTABILIDAD.

En la matriz de interacción se analizaron cuáles de las actividades provocan un mayor número de impactos y/o actúan sobre los elementos del medio natural y socioeconómico. Para ello, se establece el universo de interacciones potenciales y se definen las interacciones que resultan positivas. El índice de impactabilidad es un valor entre 0 y 1 y mientras más cercano se encuentre de la unidad, más fuerte será el impacto generado del total de las actividades del proyecto.

Tabla V. 27. Índice de Impactabilidad.

Número de actividades:	22
Universo de interacciones potenciales:	201
Impactabilidad general del proyecto:	0.10

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Listado de actividades de acuerdo con su índice de impactabilidad:

Tabla V. 28. Listado de actividades de acuerdo con su índice de impactabilidad.

PREPARACIÓN DEL SITIO	IMPACTABILIDAD
Nivelación y rellenos	0.069651741
Excavación	0.064676617
Despalme del suelo	0.059701493
Desmonte de la vegetación	0.049751244
Trazo y delimitación DDV	0.014925373

CONSTRUCCIÓN	IMPACTABILIDAD
Conexión con vialidad	0.119402985
Pilotes	0.064676617
Manejo de residuos de obra	0.054726368
Plataforma de puente	0.049751244
Zapatas de cimentación	0.044776119
Acarreos de material	0.034825871
Obras complementarias (losas, postes, lavaderos, parapetos).	0.034825871
Construcción de los terraplenes	0.029850746
Sistema de drenaje	0.024875622
Juntas de dilatación	0.014925373
Señalamiento	0.014925373

OPERACIÓN	IMPACTABILIDAD
Tránsito vehicular	0.054726368
Programa de vigilancia	0.049751244

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	IMPACTABILIDAD
Mantenimiento de superestructura	0.049751244
Mantenimiento de carpeta	0.049751244
Mantenimiento de obras complementarias (losas, postes, lavaderos, parapetos).	0.029850746
Bacheo, pintura y señalización	0.019900498

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, las actividades que tienen un mayor índice de impactabilidad en el ambiente son:

Tabla V. 29. Índice de Impactabilidad en el proyecto.

1.	Conexión con vialidad	0.119402985
2.	Nivelación y rellenos	0.069651741
3.	Excavación	0.064676617
4.	Pilotes	0.064676617
5.	Despalme del suelo	0.059701493
6.	Manejo de residuos de obra	0.054726368
7.	Tránsito vehicular	0.054726368
8.	Desmonte de la vegetación	0.049751244
9.	Plataforma de puente	0.049751244

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

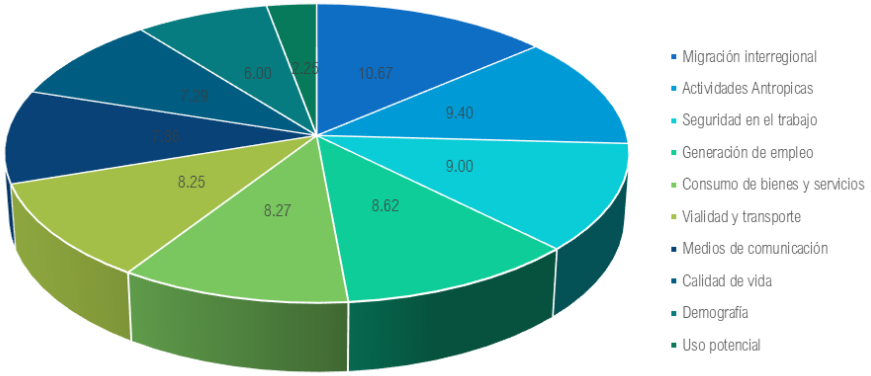
Los atributos ambientales con impactos ambientales positivos son:

Tabla V. 30. Atributos ambientales con Impactos Ambientales Positivos.

ATRIBUTO AMBIENTAL	IMPACTABILIDAD	FRECUENCIA	ÍNDICE
Migración interregional	32	3	10.67
Actividades antrópicas	47	5	9.40
Seguridad en el trabajo	90	10	9.00
Generación de empleo	181	21	8.62
Consumo de bienes y servicios	91	11	8.27
Vialidad y transporte	66	8	8.25
Medios de comunicación	55	7	7.86
Calidad de vida	51	7	7.29
Demografía	18	3	6.00
Uso potencial	9	4	2.25

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Gráfica V. 2. Atributos ambientales con Impactos Ambientales Positivos.



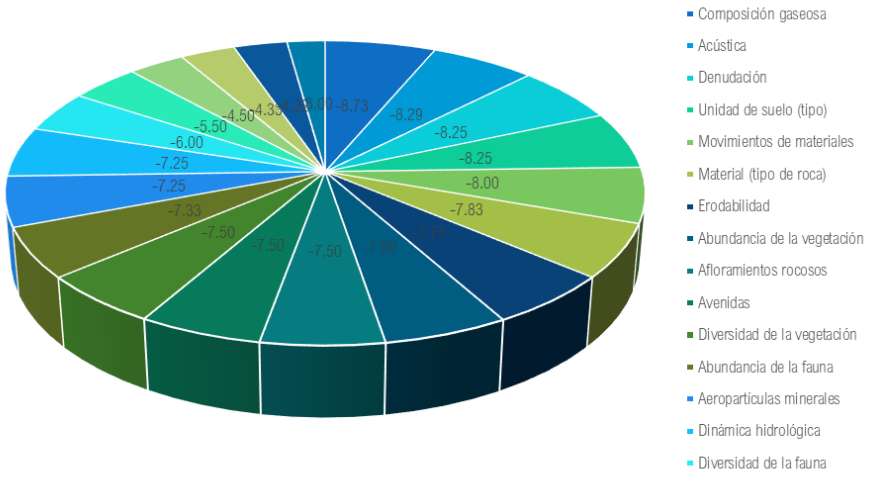
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla V. 31. Atributos ambientales con Impactos ambientales Negativos.

ATRIBUTO	IMPACTABILIDAD	FRECUENCIA	ÍNDICE
Composición gaseosa	-96	11	-8.73
Acústica	-116	14	-8.29
Denudación	-33	4	-8.25
Unidad de suelo (tipo)	-33	4	-8.25
Movimientos de materiales	-40	5	-8.00
Material (tipo de roca)	-47	6	-7.83
Erodabilidad	-62	8	-7.75
Abundancia de la vegetación	-38	5	-7.60
Afloramientos rocosos	-15	2	-7.50
Avenidas	-15	2	-7.50
Diversidad de la vegetación	-15	2	-7.50
Abundancia de la fauna	-88	12	-7.33
Aeropartículas minerales	-87	12	-7.25
Dinámica hidrológica	-29	4	-7.25
Diversidad de la fauna	-18	3	-6.00
Calidad del agua	-33	6	-5.50
Fragilidad	-27	6	-4.50
Uso actual	-13	3	-4.33
Calidad visual	-38	9	-4.22
Sucesión ecológica	-12	4	-3.00

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Gráfica V. 3. Impactos Ambientales Negativos.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

La identificación de los impactos ambientales a partir de la matriz de interacción, entre las actividades del proyecto con los elementos del medio natural y socioeconómico, resulta en un total de 201 impactos ambientales o "interacciones", agrupados por cada etapa del proyecto, los cuales quedan distribuidos de la siguiente forma:

Tabla V. 32. Distribución de los impactos porcentuales por etapa.

	PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Impactos detectados	52	98	21	30
Porcentaje de impactos	25.87%	48.76%	10.45%	14.93%

En el cuadro anterior, se observa que la mayor cantidad de impactos ambientales se presentan durante la etapa de Construcción, la cual concentra casi la mitad de ellos con el 48.76% de los impactos ambientales identificados. Destaca por otra parte la Etapa de Preparación del Sitio con 25.87% y finalmente la Operación y Mantenimiento con 10.45% y 14.93% respectivamente.

SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS RELEVANTES.

Una vez que se identificaron las interacciones entre el proyecto y el medio así mismo después de haber presentado la descripción de Impactos ambientales significativos, es posible observar que, como ocurre en cualquier proyecto de desarrollo, los impactos ambientales se manifiestan en diferentes intensidades, etapas y actividades, destacando para este proyecto la etapa de construcción, por lo cual se tiene un concentrado de 14 actividades que producen impactos ambientales negativos, con la finalidad de atender el número real de impactos derivados del proyecto, agrupados en tres diferentes categorías, contemplando los efectos positivos y negativos:

Tabla V. 33 Intervalos de los Impactos Negativos y Positivos generados por las actividades del proyecto.

IMPACTOS NEGATIVOS		
CATEGORÍA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Alto Negativo	-74	-107
Medio Negativo	-40	-73
Bajo Negativo	-6	-39
IMPACTOS POSITIVOS		
CATEGORÍA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Alto Positivo	35	49
Medio Positivo	19	34
Bajo Positivo	3	18

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En el siguiente cuadro se muestran las actividades con la mayor impactabilidad, que deben atenderse o minimizadas con la aplicación de medidas correctivas.

Tabla V. 34. Impactos ambientales negativos relevantes del proyecto.

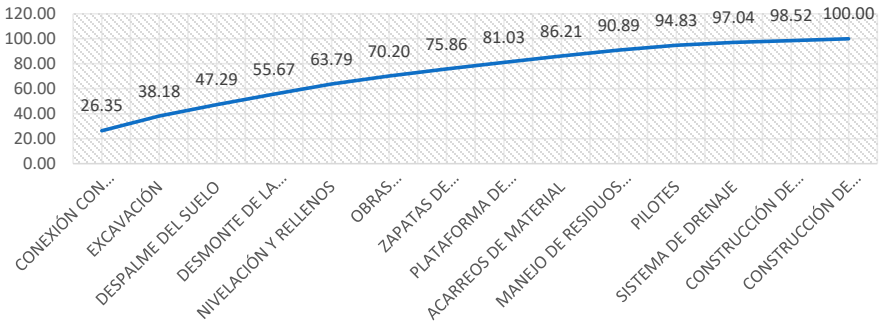
IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS RELEVANTES			
	PONDERACIÓN	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
Conexión con vialidad	-107	26.35	Alto Negativo
Excavación	-48	38.18	Medio Negativo
Despalme del suelo	-37	47.29	Bajo Negativo
Desmonte de la vegetación	-34	55.67	Bajo Negativo
Nivelación y rellenos	-33	63.79	Bajo Negativo
Obras complementarias (losas, postes, lavaderos, parapetos).	-26	70.20	Bajo Negativo
Zapatas de cimentación	-23	75.86	Bajo Negativo
Plataforma de puente	-21	81.03	Bajo Negativo
Acarreos de material	-21	86.21	Bajo Negativo
Manejo de residuos de obra	-19	90.89	Bajo Negativo
Pilotes	-16	94.83	Bajo Negativo
Sistema de drenaje	-9	97.04	Bajo Negativo

Construcción de los terraplenes	-6	98.52	Bajo Negativo
Construcción de los terraplenes	-6	100.00	Bajo Negativo

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

La siguiente gráfica muestra la acumulación porcentual de las actividades con los impactos ambientales más significativos, hasta alcanzar el 100%, pero con la inclusión de su descripción y respectivas medidas de mitigación en el texto respectivo.

Gráfica V. 4. Actividades que alcanzan a producir el 100% de Impactos significativos negativos del proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

A continuación, y en la siguiente tabla, se presenta la descripción de los impactos ambientales significativos modificados por estas actividades del proyecto que son las generadas de los impactos significativos.

Tabla V. 35. Descripción de los impactos ambientales significativos del proyecto.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS GENERADOS
Conexión con vialidad. (-107) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 26.35%)	Sera necesario realizar los accesos al puente pretendido con la vialidad presente lo que generara movimiento de vehículos de carga, consumo temporal de bienes y servicios, generación de gases de combustión, ruidos, y de los sobrantes de materiales de construcción de las obras, con efectos indirectos temporales en la fauna local y vegetación, con lo cual se alcanza el 26.35% de los impactos ambientales acumulados; esta actividad se incluye dentro de la categoría de "Alto Negativo", para este punto es importante señalar que la disposición final de los residuos que se generen se deberá de realizar en un sitio autorizado para dicho fin.
Excavación (-48) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 38.18%)	La excavación para la instalación del proyectó una de las actividades que mayor impacto generara, es un proceso que requiere la implementación de maquinaria pesada, vehículos de carga y movilización de vehículos que derivan en diferentes impactos ambientales, con afectaciones puntuales y temporales, de la calidad del aire, emisión de gases de combustión interna, ruidos, así como el movimiento de materiales, y a mediano plazo la compactación del suelo e intemperismo de los materiales geológicos. Esta segunda actividad considerada dentro de los impactos Medios Negativos, alcanzan el 38.18% de los impactos significativos generados, donde se encuentran los impactos regionales, permanentes e irreversibles y con escasas posibilidades de mitigar o atenuar las afectaciones derivadas, ya que como se observa prácticamente en estas dos primeras actividades tenemos casi el 40% de los impactos.
Despalme del suelo (-37)	La integración del proyecto, requiere la eliminación permanente del suelo, a lo largo del derecho de vía utilizada para el proyecto, incluyendo la desaparición

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS GENERADOS
(Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 47.29%)	de la vegetación y 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 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.
Desmonte de la vegetación (-34) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 55.67%)	El desmonte de la vegetación es un impacto significativo, ya que elimina por completo la cubierta vegetal, con una baja resiliencia para dar paso a las siguientes actividades, como es el despalme del suelo, relleno, nivelación y continuar con la integración del Proyecto. Indirectamente son afectados la fauna y el hábitat y procesos ecosistémicos. Es un impacto permanente, de baja magnitud e importancia, debido a la reducción de la cobertura vegetal y del hábitat para la fauna, de comunidades vegetales cuya reintegración requiere un largo plazo, costos y esfuerzos importantes, debido a la severa restricción de suelos desarrollados y moderada precipitación pluvial en la mayoría del SA.
Nivelación y relleno (-33) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 63.79%)	Las actividades de nivelación y relleno, incluyendo las actividades de compactación se derivan de una intensa movilización de vehículos de carga, equipo y maquinaria pesada, que habrá de realizar el movimiento de tierras, residuos de construcción, que se deriva en diferentes impactos ambientales, con afectaciones puntuales y temporales, de la calidad del aire, emisión de gases de combustión interna, ruidos, así como el movimiento de materiales, y a mediano plazo la compactación del suelo e intemperismo de los materiales geológicos. Al final se tiene una barrera física que obstaculiza el drenaje superficial y se intensifica el ahuyentamiento de la fauna, produciendo el potencial "efecto dique", así como propiciando las condiciones que pueden disparar las afectaciones a aquellos individuos de lento desplazamiento, como reptiles y quelonios, con esta actividad alcanzamos más del 60% de los impactos significativos generados.
Obras Complementarias (Losas, Postes, Lavaderos, Parapetos). (-26) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 70.20%)	La integración de las obras completarías se vincula con la presencia de trabajadores y la generación intermitente y puntual de ruidos, polvos, gases de combustión, así como la presencia de vehículos, con efectos indirectos en la fauna local. Estas actividades generan impactos ambientales menos significativos, los cuales alcanzan el 70.20% de las afectaciones generadas por la construcción y operación del Puente.
Plataforma del Puente (-21) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 81.03%)	La instalación de la plataforma en una movilización de vehículos de carga, equipo y maquinaria pesada, que habrá de realizar el movimiento residuos de construcción, que se deriva en diferentes impactos ambientales, con afectaciones puntuales y temporales, de la calidad del aire, emisión de gases de combustión interna, ruidos, así como el movimiento de materiales, así mismo puede haber caída de materiales y contaminantes al cuerpo de agua.
Acarreo de Materiales (-21) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 86.21%)	Los acarreos de materiales se asocian a movimiento de vehículos de carga y de transporte de personal, consumo temporal de bienes y servicios, generación de gases de combustión, ruidos, generación de aguas residuales y residuos domésticos y de los sobrantes de materiales de construcción de las obras, con efectos indirectos temporales en la fauna local y vegetación, con lo cual se alcanza el 86.21% de los impactos ambientales acumulados; esta actividad se incluye dentro de la categoría de "Bajo Negativo".
Manejo y disposición de residuos de obra (-19) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 90.89%)	En todos los frentes de trabajo y a lo largo de toda la trayectoria, habrá la generación de residuos de obra, tales como concreto, pintura, asfalto, materiales gravosos, agua para la compactación, restos de soldadura, residuos metálicos, entre otros elementos sobrantes, así como aceites gastados y lubricantes, considerados como residuos peligrosos, derivados de su uso para el mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaría y vehículos. Se debe

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS GENERADOS
	contar con un programa de manejo integral de estos residuos especiales, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Por otra parte, después de la ponderación realizada, se tiene una categorización de los impactos ambientales positivos. El siguiente cuadro muestra las actividades con impactos positivos derivadas del proyecto.

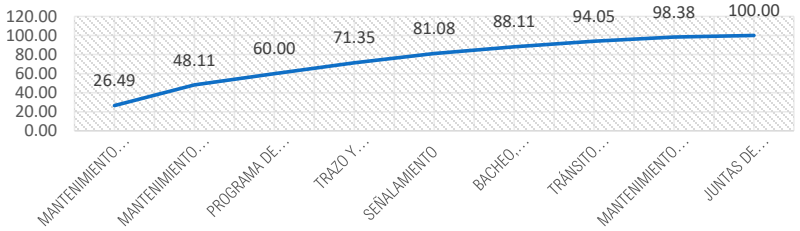
Tabla V. 36. Impactos ambientales relevantes positivos del proyecto.

IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS RELEVANTES			
	PONDERACIÓN	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
Mantenimiento de carpeta	49	26.49	Alto Positivo
Mantenimiento de superestructura	40	48.11	Alto Positivo
Programa de vigilancia	22	60.00	Medio Positivo
Trazo y delimitación ddv	21	71.35	Medio Positivo
Señalamiento	18	81.08	Bajo Positivo
Bacheo, pintura y señalización	13	88.11	Bajo Positivo
Tránsito vehicular	11	94.05	Bajo Positivo
Mantenimiento de obras complementarias (losas, postes, lavaderos, parapetos).	8	98.38	Bajo Positivo
Juntas de dilatación	3	100.00	Bajo Positivo

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

La gráfica siguiente muestra la acumulación porcentual de los impactos positivos del proyecto.

Gráfica V. 5. Actividades que producen Impactos significativos positivos.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

De esta forma se identificaron 22 Actividades durante todas las etapas para el proyecto y 30 elementos del medio natural y socioeconómico sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción. Con estas variables se identificaron y evaluaron los impactos ambientales, y de manera subsiguiente se procede a determinar el nivel de impactabilidad del proyecto, que es del 30.45%, del conjunto de actividades analizadas; lo anterior permitirá establecer o diseñar las medidas de mitigación encaminadas a reducir el nivel de afectación sobre cada uno de los elementos ambientales a lo largo de la vida del proyecto. Para cuantificar las interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos ambientales de los medios natural y socioeconómico se diseñó una matriz de correlación, la cual permite conocer el nivel de impactabilidad de las actividades y el nivel de afectabilidad de los elementos sociales, económicos o naturales.

Se presentan los impactos ambientales registrados en el SA generados por las obras y/o actividades que se desarrollan actualmente en este:

Tabla V. 37. Descripción de los impactos ambientales registrados en el SA generados por las obras y/o actividades.

Señale la técnica o técnicas utilizadas para la identificación, análisis y evaluación de impactos:
- Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, V. Conesa Fdez.-Vítora 1993. de tipo Leopold modificada (Leopold *et al.*, 1971)
- Evaluación de Impacto Ambiental, Gómez Orea 2002.

¿Se consideraron los impactos ambientales de otras obras o actividades que se desarrollan dentro del SA?
Si (X) No ( )

Describir los impactos ambientales registrados en el SA generados por las obras y/o actividades que se desarrollan actualmente.

Obras y / o actividades que actualmente se desarrollan en el SA	Componente ambiental [1]	Impacto Ambienta	Relación del impacto					
			Tipo[2]	Duración[3]	Extensión[4]	Intensidad[5]	Efecto	Indicador
Tala de árboles	Vegetación	Disminución de la vegetación	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Superficie de vegetación removida
Crecimiento urbano	Vegetación, fauna	Disminución de la cobertura vegetal, ahuyentamiento de fauna	Acumulativo	Temporal	Local	Medio	Negativo	Superficie de vegetación removida
Zonas agrícolas	Vegetación, fauna	Disminución de la cobertura vegetal, ahuyentamiento de fauna	Acumulativo	Temporal	Local	Medio	Negativo	Superficie de vegetación removida

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

A continuación, se describen los impactos ambientales generados durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades:

[1] Componente ambiental: Hidrología superficial, hidrología subterránea, clima y fenómenos meteorológicos, geología, geomorfología, suelo, aire, vegetación o fauna.
[2] Tipo: Sinérgico, acumulativo, residual o significativo.
[3] Duración: temporal o permanente.
[4] Extensión: Puntual, Local o Regional.
[5] Intensidad: Mínima, moderada o alta.

Tabla V. 38. Descripción de los impactos ambientales generados durante cada una de las etapas del proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades.

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
				TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
Preparación Del Sitio	Trazo Y Delimitación DDV	Aire	Generación De Gases De Efecto Invernadero	Negativo	Local	Puntual	Bajo	Directo	Niveles De Imeca Valores Señalados En La Nom-172-Semarnat-2019 Valores Señalados En La Nom-001-Semarnat-1996
	Desmonte De La Vegetación.	Diversidad Vegetal	Disminución De La Biodiversidad	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Inventario Arbóreo
		Hábitat	Perdida De Sitios De Anidamiento Y Percha	Negativo	Permanente	Local	Media	Directo	Numero De Avistamientos Previos Y Durante La Etapa De Preparación Del Sitio
			Ahuyentamiento De Fauna	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Numero De Avistamientos
		Dinámica Hidrológica	Perdida De Infiltración Al Subsuelo	Negativo	Permanente	Local	Baja	Directo	Medidas De Infiltración Del Suelo En Campo
		Horizontes Edáficos Superficiales	Disminución De Materia Orgánica En Horizontes Superficiales	Negativo	Permanente	Local	Baja	Directo	Variación De Mediciones De Materia Orgánica En Los Horizontes Superficiales

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
				TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
		Calidad Del Suelo	Aumento De Erosión En La Zona Del Proyecto	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	% De Superficie De Erosión En Las Zonas Del Proyecto
		Diversidad Vegetal	Disminución De La Biodiversidad	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Inventario Arbóreo
	Despalme Del Suelo.	Horizontes Edáficos Superficiales	Alteración De Las Características Fisicoquímicas De Los Horizontes Superficiales A Y B Del Suelo	Negativo	Permanente	Local	Baja	Directo	Mediciones De Densidad Real, Aparente, Ph De Los Horizontes De Suelo
		Fertilidad	Disminución De La Fertilidad Del Suelo Por Perdida De Materia Orgánica	Negativo	Permanente	Local	Baja	Directo	Valores De Nitrato/Fosforo En El Suelo
		Calidad Del Aire	Aumento En La Generación De Aero partículas	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Valores Señalados En La Nom-172-Semarnat-2019
		Microclima	Modificación De La Infiltración Y Evapotranspiración Afectando El Microclima	Negativo	Permanente	Local	Baja	Directo	Aumento De Temperatura En La Zona De Proyecto
	Nivelación Y Rellenos	Atmósfera	Calidad Del Aire	Significativo	Temporal	Local	Moderada	Negativo	Reducción De O2
			Estado Acústico Natural	Significativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Incremento De Vibraciones
		Suelo	Calidad Del Suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo	Saturación De Residuos
			Susceptibilidad De Erosión	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo	Incremento En Ton De Erosión
			Compactación De Suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo	Restricción Física Del

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
				TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
									Incremento De Raíces
			Generación De Residuos	Significativo	Temporal	Puntual	Moderada	Negativo	Aumento De Cantidades De R
			Compactación De Suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo	Restricción Física Del Incremento De Raíces
			Calidad Del Suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo	Saturación De Residuos
		Atmósfera	Calidad Del Aire	Significativo	Temporal	Local	Moderada	Negativo	Reducción De O2
			Estado Acústico Natural	Significativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Incremento De Vibraciones
			Calidad Del Suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo	Saturación De Residuos
			Susceptibilidad De Erosión	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo	Incremento En Ton De Erosión
	Excavación.	Suelo	Compactación De Suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo	Restricción Física Del Incremento De Raíces
			Generación De Residuos	Significativo	Temporal	Puntual	Moderada	Negativo	Aumento De Cantidades De R
			Compactación De Suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo	Restricción Física Del Incremento De Raíces
		Agua	Dinámica De Los Cauces	Significativo	Permanente	Local	Moderada	Negativo	Disminución De Suministro De Agua
	Manejo De Residuos De Obra.	Edafología Aire	Ocupación De Cobertura Edáfica Con Infraestructura Generación De Ruido	Negativo	Temporal	Local	Baja	Negativo	Superficie (Ha) Decibeles

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
				TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
Construcción	Conexión Con Vialidad.	Atmósfera	Calidad Del Aire	Significativo	Temporal	Local	Moderada	Negativo	Reducción De O2
			Estado Acústico Natural	Significativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Incremento De Vibraciones
		Suelo	Calidad Del Suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo	Saturación De Residuos
			Compactación De Suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo	Restricción Física Del Incremento De Raíces
			Generación De Residuos	Significativo	Temporal	Puntual	Moderada	Negativo	Aumento De Cantidades De R
		Agua	Demanda De Agua	Significativo	Temporal	Puntual	Moderada	Negativo	Volumen De Agua
			Calidad Del Aire	Significativo	Temporal	Local	Moderada	Negativo	Reducción De O2
	Zapatas De Cimentación.	Atmósfera	Calidad Del Aire	Significativo	Temporal	Local	Moderada	Negativo	Reducción De O2
		Paisaje	Disminución De La Calidad Visual	Significativo	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Área De Influencia Visual
		Agua	Dinámica De Los Cauces	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo	Disminución De Suministro De Agua
			Alteración De Agua Superficial Y Subterránea	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo	Volumen De Agua
	Pilotes.	Atmósfera	Calidad Del Aire	Significativo	Temporal	Local	Moderada	Negativo	Reducción De O2
			Estado Acústico Natural	Significativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Incremento De Vibraciones
		Suelo	Calidad Del Suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo	Saturación De Residuos
			Susceptibilidad De Erosión	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo	Incremento En Ton De Erosión

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
				TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
			Generación De Residuos	Significativo	Temporal	Puntual	Moderada	Negativo	Aumento De Cantidades De R
		Agua	Dinámica De Los Cauces	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo	Disminución De Suministro De Agua
			Alteración De Agua Superficial Y Subterránea	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo	Volumen De Agua
		Vegetación	Afectación De La Vegetación Actual	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo	Disminución De Diversidad En Sitio
		Paisaje	Disminución De La Calidad Visual	Significativo	Permanente	Regional	Moderada	Negativo	Área De Influencia Visual
	Plataforma De Puente.	Aire	Aumento De Gases De Efecto Invernadero	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Valores De La Nom-172-Semarnat-2019
			Aumento De Aero partículas	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Valores Señalados En La Nom-172-Semarnat-2019
		Suelo	Pérdida De Capacidad De Infiltración	Negativo	Permanente	Local	Baja	Directo	Análisis De Infiltración A Los Márgenes Del Proyecto
			Generación De Residuos De Manejo Especial	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Kilogramos Retirados De Frentes De Trabajo
		Hidrología	Consumo De Agua Para La Actividad	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Numero De Pipas En Frente De Trabajo

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
				TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
			Aumento De Solidos Suspendidos	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Valores Señalados En La Nom-001-Semarnat-1996
		Microclima	Aumento De Temperatura	Negativo	Permanente	Local	Baja	Directo	Aumento De La Temperatura Del Microclima
	Construcción De Los Terraplenes.	Atmósfera	Calidad Del Aire	Significativo	Temporal	Local	Moderada	Negativo	Reducción De O2
			Estado Acústico Natural	Significativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Incremento De Vibraciones
		Suelo	Calidad Del Suelo	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo	Saturación De Residuos
			Susceptibilidad De La Erosión	Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo	Incremento En Ton De Erosión
			Compactación	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo	Restricción Física Del Incremento De Raíces
		Agua	Dinámica De Los Cauces	Significativo	Permanente	Local	Moderada	Negativo	Disminución De Suministro De Agua
			Alteración Superficial Y Subterránea	Significativo	Permanente	Local	Moderada	Negativo	Volumen De Agua
	Juntas De Dilatación.	Aire	Generación De Ruido	Negativo	Temporal	Local	Baja	Negativo	Decibeles En Frente De Trabajo
			Calidad Del Aire	Significativo	Temporal	Local	Moderada	Negativo	Reducción De O2
			Estado Acústico Natural	Significativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Incremento De Vibraciones
	Sistema De Drenaje.	Hidrología	Reencauce Del Patrón De Escurrimiento	Positivo	Permanente	Regional	Medio	Negativo	Volumen De Recarga

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
				TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
		Edafología	Modificación De Las Características Fisicoquímicas Del Suelo	Negativo	Permanente	Local	Baja	Directo	Estudios Fisicoquímicos De Suelo
			Aumento De Erosión En Frentes De Trabajo	Negativo	Permanente	Local	Baja	Directo	Sitios Desprovistos De Suelo
		Atmósfera	Calidad De Aire	Significativo	Temporal	Local	Moderada	Negativo	Reducción De O2
			Estado Acústico Natural	Significativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Incremento De Vibraciones
	Acarreos De Material.	Calidad Del Aire	Aumento De Gases De Efecto Invernadero	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Valores De La Nom-172-Semarnat-2019 Nom-085-Semarnat-2011
			Disminución Del Confort Sonoro	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Valores De Referencia De La Nom-011-Stps-2001
			Aumento De Solidos Suspendidos	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Valores De La Nom-172-Semarnat-2019
		Calidad Del Suelo	Generación De Residuos Y Contaminantes	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Kilogramos De Residuos En Almacén Y Patios De Maquinaria
			Compactación Por Empleo De Maquinaria Em Frente Zonas De Trabajo	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Pruebas Proctor En Zonas Fuera De Los Frentes De Trabajo

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
				TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
		Drenaje Superficial	Modificación De Los Patrones De Escurrimiento Por Empleo De Maquinaria	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Mediciones De Valores De Infiltración
			Demanda De Agua Para Riego En Frentes De Trabajo Y Patio De Maquinaria	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Numero De Pipas Empleadas En Frente De Trabajo
	Obras Complementarias.	Suelo	Generación De Residuos Solidos	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Kilogramos Retirados De Frentes De Trabajo
			Generación De Residuos De Manejo Especial	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Kilogramos Retirados De Frentes De Trabajo
		Microclima	Aumento De Temperatura	Negativo	Permanente	Local	Baja	Directo	Aumento De La Temperatura Del Microclima
		Socioeconómicos	Consumo De Bienes Y Servicios En La Población	Negativo	Temporal	Local	Media	Directo	Ingreso Per Cápita En La Zona
		Hidrología Aire	Aumento De Solidos Suspendidos En Cuerpo De Agua	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Valores Señalados En La Nom-001-Semarnat-1996
			Aumento De Contaminantes En Cauces	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Valores Señalados En La Nom-001-Semarnat-1996
			Generación De Aero partículas	Negativo	Temporal	Local	Baja	Directo	Valores Señalados En La Nom-172-

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
				TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
									Semarnat-2019
	Manejo De Residuos De Obra.	Edafología Aire	Ocupación De Cobertura Edáfica Con Infraestructura Generación De Ruido	Negativo	Temporal	Local	Baja	Negativo	Superficie (Ha) Decibeles
	Señalamiento.	Aire	Generación De Ruido	Negativo	Temporal	Local	Baja	Negativo	Decibeles En Frente De Trabajo
		Atmósfera	Calidad De Aire	Significativo	Temporal	Local	Moderada	Negativo	Reducción De O2
			Estado Acústico Natural	Significativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo	Incremento De Vibraciones
		Suelo	Generación De Residuos	Significativo	Temporal	Puntual	Moderada	Negativo	Aumento En Cantidades De R
Operación	Tránsito Vehicular.	Calidad Del Aire	Generación De Gases De Efecto Invernadero Proveniente De Escape De Vehículos	Negativo	Permanente	Regional	Baja	Directo	Valores De La Nom-172-Semarnat-2019 Nom-085-Semarnat-2011
		Hábitat	Generación De Residuos Mal Dispuestos A Lo Largo Del Proyecto Por Usuarios De La Vialidad	Negativo	Permanente	Regional	Baja	Directo	Kilogramos Retirados En Jornadas De Limpieza
	Programa De Vigilancia.	Suelo Aire Vegetación Hidrología	Aumento De La Cobertura Vegetal Aumento De Producción De O_2 Aumento De La Capacidad De Recarga	Positivo	Permanente	Regional	Medio	Negativo	Superficie (M^2) Volumen De Recarga Imeca

ETAPA DEL PROYECTO	OBRAS Y/O ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
				TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
Abandono	Bacheo, Pintura Y Señalización.	Aire	Generación De Ruido	Negativo	Temporal	Local	Baja	Negativo	Decibeles En Frente De Trabajo
	Mantenimiento De Superestructura.	Aire	Generación De Ruido	Negativo	Temporal	Local	Baja	Negativo	Decibeles En Frente De Trabajo
	Mantenimiento De Obras Complementarias.	Aire	Generación De Ruido	Negativo	Temporal	Local	Baja	Negativo	Decibeles En Frente De Trabajo
	Mantenimiento De Carpeta.	Aire Fauna Hidrología	Generación De Ruido Desplazamiento De La Fauna Mejora De Los Patrones De Drenaje Sobre La Carretera	Negativo Positivo	Temporal	Local	Baja	Negativo	Decibeles En Frente De Trabajo Avistamiento De Individuos Capacidad De Infiltración

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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 el SA. 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:

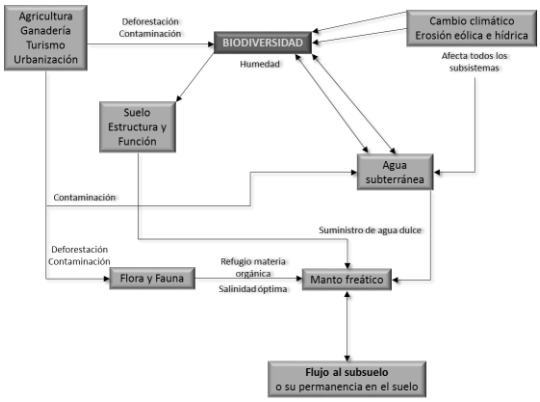
a) Pérdida de cobertura vegetal y uso del suelo.
b) Perdida del hábitat.
c) Perdida de la estética del paisaje.
d) Perdida de las características geológicas y geomorfológicas.
e) Pérdida de suelos, la excavación y nivelación modifican permanentemente el suelo.

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.

Imagen V. 3. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

El estudio del estado de los servicios ambientales de un ecosistema particular está limitado por la cantidad de información disponible, la cual está en relación con la importancia relativa que dichos servicios representan para las comunidades humanas (Balvanera, 2009). De acuerdo con lo anterior, las políticas definidas por la autoridad ambiental federal para proteger la biodiversidad en diferentes niveles, considera en particular a los:

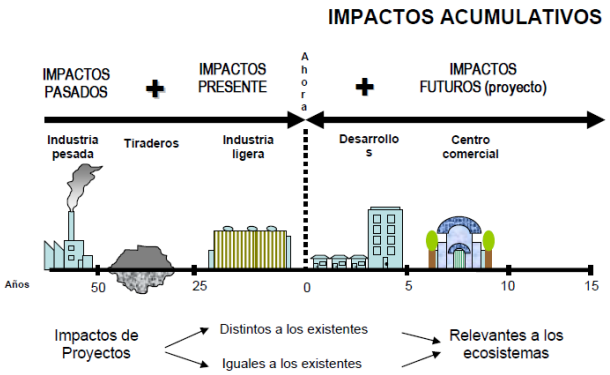
* *Ecosistemas* que se caracterizan por tener altos niveles de biodiversidad (riqueza de especies), elevado número de especies endémicas (bajo algún estatus de riesgo), importante flujo de especies migratorias; por su relevancia social a niveles económicos, culturales y científicos, y por ser la unidad de referencia en los procesos y ciclos bióticos y abióticos de nuestro planeta.
* *Especies y comunidades* que se encuentran bajo algún estatus de riesgo, aquellas que se han domesticado o cultivadas, también las que tienen un valor agregado del tipo médico, agrícola o social (económica, cultural o científica) y especies indicadoras (de deterioro o conservación).
* *Genotipos* que se refieren al linaje y continuidad de las especies lo cual conlleva un significado social, económico y/o científico.

Con base en lo anterior, la riqueza biótica del área de cambio se describe con detalle en el apartado descriptivo y analítico del medio biótico (capítulo IV de este documento), asimismo, se destaca que el enfoque que se hace de este rubro se centra en la biodiversidad de especies y de ecosistemas, en virtud de que, debido a los alcances del presente estudio, no es posible y no existe información disponible de la biodiversidad a nivel genético. Con base en dicha información, la línea de base que define el estatus de diversidad biológica bajo un enfoque ecosistémico equivale a asegurar que los ecosistemas funcionen saludablemente, por lo que al ser evaluados en los apartados correspondientes a fauna y a vegetación se utilizaron indicadores que reportaron proyecciones integrales, no precisadas por límites artificiales. El enfoque ecosistémico adoptado asume una perspectiva de largo plazo soportada en la determinación del estatus de "línea-base de biodiversidad" y en un manejo adaptativo, que considera la dinámica natural de los ecosistemas, lo incierto e impredecible de sus funciones, sus conductas y sus respuestas. Esta fue la estrategia central, con la cual se orientó la integración de este capítulo. Otra estrategia asumida corresponde al uso sustentable de los recursos de la biodiversidad, para ello, la identificación de los impactos ambientales consecuencia del cambio de uso de suelo en los terrenos forestales de las áreas se dirigió a identificar, proteger y promover el uso sustentable de los recursos bióticos, a fin de que se

reconozcan los beneficios de la biodiversidad que provee soporte a sistemas esenciales para la vida y los servicios de ecosistemas; así como el costo de reemplazar esos servicios. En una primera aproximación, la cuenca está formada por un grupo de subsistemas que interactúan entre sí, definidos de manera práctica por el tipo de vegetación de pastizal cultivado en diversos grados de conservación. Cada uno de estos componentes constituye una unidad funcional compleja que incluye sus propias comunidades biológicas y condiciones ambientales particulares. Los diferentes ecosistemas proporcionan un conjunto específico de servicios ambientales, y de la misma manera, entre ellos conforman un equilibrio individual. Por tal motivo es necesario particularizar en los servicios ambientales de los subsistemas en los cuales las áreas incidirán. Para la determinación del valor de los servicios ecosistémicos que proporcionan los subsistemas antes mencionados, particularmente los que serán afectados, se diseñó una metodología que considera el valor general de la calidad de los servicios ecosistémicos que ofrecen los mismos ecosistemas sin tomar en cuenta grado alguno de perturbación, es decir, se valoró la calidad de los ecosistemas prístinos con relación a los servicios ambientales que ofrecen. Por otro lado, se estimó la calidad ambiental de dichos subsistemas en base al mapa de antropización del noroeste del país, con lo que se obtuvo un valor del ecosistema en base a un coeficiente de antropización, sumado a la verificación realizada en campo y los valores de riqueza y diversidad de vegetación estimados. Finalmente, con ambos valores (valor general de la calidad de los servicios, valor máximo ideal en la unidad de análisis) y el valor antropizado del ecosistema (valor estimado de la unidad de análisis) se obtuvo el índice de la calidad de los servicios ambientales.

En la evaluación del impacto ambiental es requisito el identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, es por ello por lo que se dedica la presente sección a su análisis. Es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa. El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la "línea base o cero" originada por efectos aditivos (siguiente imagen). Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del Proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SA, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa.

Imagen V. 4. Impactos acumulados.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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 del SA, 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:

Tabla V. 39. Impactos identificados como acumulativos.

IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN	
Pérdida reducida de cobertura vegetal	La pérdida de la vegetación genera en secuencia efectos negativos en el sitio de obra, como son la movilidad de la fauna, o su ahuyentado, si no se utiliza se promueven procesos de erosión en el sitio. Se pierde el hábitat.	Esta característica se presentará donde se amplia el derecho de vía de la carretera.
Alteración mínima del relieve (geomorfología)	Los cambios por las nivelaciones mediante excavaciones, compactaciones y nivelaciones del Proyecto son procesos que difícilmente se busca regresar a su condición inicial y son generalmente la base para obras específicas.	En la zona es necesario ocupar el derecho de vía de la vialidad
Pérdida puntual de suelos	La pérdida del suelo generada durante las actividades de excavaciones, nivelaciones, compactaciones y rellenos del Proyecto.	Se perderá las condiciones del suelo por la modificación del cambio del uso, como se mencionó anteriormente.

Reducción de la biodiversidad	Como consecuencia en forma continua, la pérdida de vegetación, de hábitat para la fauna, obliga que ésta sea ahuyentada a otras zonas, provocando su expulsión en el sitio específico de obra.	Como consecuencia de la perdida de la vegetación y del suelo, así como del incremento de las actividades antropogénicas se pierde la flora y la fauna se desplaza. Se pierden los elementos que conforman el hábitat, sin embargo, es importante señalar que este proyecto generara mayores beneficios que impactos negativos por el objetivo que se le pretende alcanzar.
Disminución de hábitats	Como un efecto producto de la pérdida de vegetación, excavación y ahuyentado de la fauna, se pierden los espacios ocupados por las especies, en un proceso ecosistémico, se pierden los elementos que conforman al hábitat.	Como consecuencia de la perdida de la vegetación y del suelo, así como del incremento de las actividades antropogénicas se pierde la flora y se desplaza la fauna. Se pierden los elementos que conforman el hábitat y los flujos del ecosistema se ven alterados.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

V.4. Conclusiones.

Las actividades relacionadas con la preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto tienen efectos negativos relevantes en la geomorfología, vegetación, suelos, fauna e hidrología. Las conclusiones de las principales afectaciones se indican a continuación:

1. Las actividades proyectadas de nivelación, excavación, compactación y conformación de los terraplenes que recibirán la carpeta asfáltica, representan efectos permanentes e irreversibles; donde las corrientes hidrológicas temporales tendrán modificaciones en su dinámica, estas se preverán realizando un sistema de drenaje que tenga la operación suficiente.
2. Todos los materiales geológicos y edáficos derivados de los cortes, despalme, nivelación, excavación y conformación de los terraplenes, tiene posibilidades de ser reutilizados, ya sea como material para nivelación y base de los terraplenes, o rellenos, inclusive para ser utilizados como material de cubierta o como material para rehabilitar los terrenos donde se realice la explotación de los bancos de préstamo, o recuperar ambientalmente sitios con degradación evidente a lo largo del derecho de vía.
3. La fauna tiene una alta vulnerabilidad a la presencia humana, siendo más acentuada las especies de lento desplazamiento, las cuales son eliminadas de su hábitat con mucha facilidad; es este aspecto la capacitación ambiental a los trabajadores y a la población local, en coordinación con las autoridades municipales, permitirá acercarlos al conocimiento de este recurso, su comportamiento, importancia y estrategias para la conservación. Asimismo se debe integrar una brigada de reconocimiento de madrigueras, nidos y organismos, que deben realizar una inspección previa al inicio de los trabajos durante todo el tiempo de la preparación y construcción del proyecto, para rescatar organismos, nidos y madrigueras y reubicarlos en zonas de mayor conservación ubicadas en la cercanía del trazo del proyecto al Oeste del SA con vegetación primaria, o incluso informar a la Delegación Estatal de la SEMARNAT y que la Autoridad sea el responsable de su cautiverio y reubicación final.
4. En relación con la hidrología, es importante establecer los sitios para la ubicación y dimensionamiento de los drenajes y subdrenajes del proyecto.
5. La integración del proyecto modificará el paisaje de manera permanente e irreversible en el SA, sobre un paisaje regional modificado por las zonas agrícolas, vías de comunicación y las zonas rurales y/o urbanas, donde existe una alta capacidad de acogida de los diferentes paisajes, por el contrario, destacan los elementos benéficos de accesibilidad e intercomunicación de las poblaciones de Benito Juárez y Los Ángeles, representado una opción de desarrollo económico, y social para la región y una oportunidad de empleo temporal para los habitantes locales, reduciendo tiempos de traslado, congestionamiento vehicular en la zona, riesgos de accidentes y colisiones, ahorro de combustible y desgaste vehicular.
6. 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.

7. Finalmente es importante mencionar que el proyecto está dentro de una camino alimentador, el cual ya cuenta con una autorización en materia ambiental para ser modernizado a un camino Tipo C, la ejecución del presente estudio, es solo para tener un puente de modo tal que se pueda garantizar la conectividad del proyecto con una carpeta de rodamiento continua a lo largo de toda la meta de las obras, así mismo con la construcción del Puente Vehicular mencionado, se garantiza que la vialidad pueda operar durante todo el año, ya que en la temporada de lluvias el transito muchas veces es imposible, ya que la obra que actualmente existe no es suficiente para garantizar la operación de la vialidad.

El proyecto, tiene una moderada factibilidad ambiental, resaltando que los principales efectos nocivos se presentarán en la geomorfología, suelos y vegetación, por lo que con la incorporación de las medidas de mitigación se atenderán los factores ambientales que han de ser modificados por las distintas actividades del proyecto, lo cual incrementa su factibilidad y permite armonizar el desarrollo regional con la protección de los recursos naturales existentes dentro del SA.

Por todo lo expuesto anteriormente se concluye que el proyecto desde los puntos de vista ambiental, social y económico ES FACTIBLE.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Puente vehicular “El Róbalo” ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPÍTULO VI

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 3

VI.2. AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS. 12

VI.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 19

VI.4. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 32

VI.5. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO) 40

VI.6. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS. 49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI. 1. Recursos forestales valorados para el proyecto. 4
Tabla VI. 2 Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna. 6
Tabla VI. 3. Medidas de Mitigación para el Proyecto Puente "El Robalo" por Actividad. 7
Tabla VI. 4. Agrupación de las medidas de mitigación, por tipo de impacto ambiental para el Proyecto. 12
Tabla VI. 5. Características de las medidas de mitigación del proyecto. 19
Tabla VI. 6. Medidas de mitigación generales. 24
Tabla VI. 7. Medidas de mitigación por etapa, factor y componente. 25
Tabla VI. 8. Estrategias de mitigación para impactos negativos de acuerdo con la categoría de ecología. 27
Tabla VI. 9. Estrategias de mitigación para impactos negativos – Contaminación ambiental 28
Tabla VI. 10. Estrategias generales de mitigación – Ecología. 28
Tabla VI. 11. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental. 29
Tabla VI. 12. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos. 30
Tabla VI. 13. Estrategias generales de mitigación - Aspectos de interés humano. 31
Tabla VI. 14. Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades). 34
Tabla VI. 15. Seguimiento y control de las medidas generales. 41
Tabla VI. 16. Seguimiento y control de las medidas de mitigación. 43
Tabla VI. 17. Costos de referencia para compensación ambiental 49
Tabla VI. 18. Costo de la planta 49
Tabla VI. 19. Salario Mínimo. 49
Tabla VI. 20. Número de plantas por hectárea. 50
Tabla VI. 21. Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento 50
Tabla VI. 22. Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. 51
Tabla VI. 23. Información para montos de fianza. 53

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VI. 1. Tabla de medidas de mitigación. 4

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

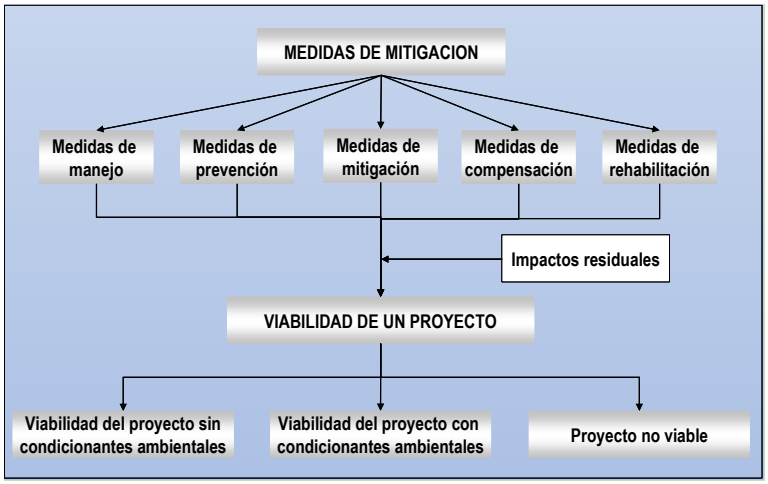
Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación puntual en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto, desde la selección del sitio, hasta el abandono 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:

1. Medidas preventivas. Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
2. Medidas de rehabilitación. Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto o algunas obras o actividades específicas de éste o sus etapas, para conservar la estructura y funcionalidad del área donde se ejecutará el proyecto.
3. Medidas de compensación. Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, 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.

Imagen VI. 1. Tabla de medidas de mitigación.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

RECURSOS FORESTALES EXISTENTES EN EL PROYECTO.

- Se define Recursos Forestales como: "La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como lo suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales".
- Se define Servicios Ambientales como: "Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otro".

Considerando lo dicho, a continuación, se presenta los recursos forestales que pudieran sufrir algún daño por la ejecución del proyecto.

Tabla VI. 1. Recursos forestales valorados para el proyecto.

COMPONENTE	SISTEMA	FACTOR	RECURSO	DESCRIPCIÓN
FLORA Y FAUNA.	Biológico.	Flora.	Vegetación.	Este término es referido a todo tipo de vegetación (plantas) que pertenecen específicamente a una región geográfica determinada, sobre todo cuando se trata de aquellas plantas endémicas o autóctonas de una zona específica, referido a las plantas que nacen allí y es muy poco probable que se observen en otra región por sí solas.
		Fauna.	Animales.	Es el conjunto de animales que son originarios o propios de una zona o región geográfica determinada, en este campo se incluye a todas las especies que existen en ese espacio específico, pudiéndose encontrar en un sistema ecológico determinado.
RECURSOS FORESTALES.	Físico.	Suelo.	Materia orgánica.	El término "humus", designa a las sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan, preponderantemente, de la

				descomposición de materias de origen exclusivamente vegetal, tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso.
		Agua.	Agua en cantidad y calidad.	En términos de calidad, distribución en el tiempo y cantidad, para uso urbano, rural, industrial e hidroeléctrico, mediante protección y uso sostenible de acuíferos, manantiales, fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas, etc.
	Ambiental.	Servicios ambientales.	Hábitat.	Es el espacio que ocupa una población o especie específica, así mismo reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia.
			Biodiversidad.	Servicio global sobre el cual se fundamenta la sobrevivencia de los recursos naturales- mediante la protección y uso sostenible de especies, conservación de los ecosistemas y los procesos ecológicos de los cuales se deriva la diversidad biológica y formas de vida, así como acceso a elementos de la biodiversidad para fines científicos y comerciales.
			Generación de oxígeno.	Los árboles, arbustos y hierbas, como todo organismo vegetal, mediante la fotosíntesis absorben el CO_2, fijan el carbono en biomasa (es decir, crecen), y liberan oxígeno.
			Amortiguamiento de fenómenos naturales.	La biodiversidad que existe en los bosques puede reducir la vulnerabilidad de una zona a los desastres naturales. Es indispensable asegurar la cobertura boscosa y el manejo de las áreas, ya que contribuye a reducir la compactación de los suelos mejorando así su capacidad de absorción, disminuyendo las inundaciones y derrumbes en zonas agrícolas, ayudando a reducir las condiciones que favorecen los incendios y a proteger contra sequías y la desertización.
			Regulación climática.	En la regulación del clima global participan todos los sistemas de la naturaleza: la atmósfera e hidrosfera (sobre todo los océanos), la criósfera (hielo, nieve), litosfera (corteza terrestre) y biosfera. En las últimas décadas, también el ser humano (como causante del aumento en la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y el metano) se ha convertido en un factor que afecta al clima.
			Captura de carbono.	Los bosques almacenan y secuestran carbono, contribuyendo a reducir el calentamiento global mediante la disminución de los gases de efecto invernadero. A través de su gestión sostenible, son importantes sumideros de estos gases, por lo que

				funcionan como amortiguadores del impacto que ocasionan los cambios climáticos.
			Paisaje.	Referida específicamente a la belleza escénica, derivada de la presencia de bosques, paisajes naturales y elementos de la biodiversidad, que son los atractivos.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Enfocándonos específicamente en el proyecto, podemos encontrar los siguientes impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.

Tabla VI. 2 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.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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:

Tabla VI. 3. Medidas de Mitigación para el Proyecto Puente "El Robalo" por Actividad.

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 20 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 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
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. Humedecer las áreas que se abran para las terracerías.
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. ✓ 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 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 de la carretera, 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.

	✓ 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.
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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

VI.2. AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS.

Las medidas de mitigación para el Proyecto se presentan agrupadas, en función del impacto ambiental que habrá de ser atendido y controlado, como se observa en la siguiente Tabla.

Tabla VI. 4. Agrupación de las medidas de mitigación, por tipo de impacto ambiental para el Proyecto.

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Interferencia con los patrones de drenaje	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.	Preventiva	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	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 al cauce.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Considerar el incorporar protecciones adicionales a los pilotes para garantizar una mayor resistencia de la infraestructura, considerando el carácter torrencial de la precipitación pluvial de la región.	Preventiva	Construcción	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.	Construcción.	Operación y mantenimiento
Contaminación de escorrentías. Afectaciones en las márgenes.	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	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Reutilizar los materiales edáficos y geológicos obtenidos del despalme o la excavación.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	Se llevarán acciones preventivas para evitar la caída de materiales o cualquier otro tipo de desecho sobre la zona del cauce. Estableciendo un distanciamiento o una barrera física de protección entre el área de trabajo y el cauce de agua, así como teniendo las medidas respectivas, a fin de evitar cualquier afectación o contaminación.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Recuperación de forma manual e inmediata de todos los materiales caídos accidentalmente al interior del cauce.	Correctiva	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 la zona, cubrirá con arena y determinará la necesidad de llevar a cabo la biorremediación la cual estará a cargo de una empresa especializada.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
Contaminación del suelo, a la altura del sitio del puente.	Aplicar el Plan Integral de Manejo de Residuos, por Generación de Residuos y Uso de Sustancias Tóxicas, lo cual incluye contenedores en el sitio de obra y su conducción al relleno sanitario municipal.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Los residuos de obra: materiales gravosos, arena, cemento, concreto, varilla, tubos, plásticos, bolsas de papel, entre otros, deben disponerse temporalmente en un sitio, clasificarlos, reutilizarlos, y aquellos que ya no tengan ninguna posibilidad de reusó, colocarlos en el sitio de disposición final municipal.	Correctiva	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	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	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	Preparación del sitio	Construcción
	Garantizar el manejo integral de los residuos generados por los equipos utilizados (residuos de aditivos y lubricantes).	Preventiva	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	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 del suelo la cual deberá ser hecha por una empresa especializada.	Correctiva	Preparación del sitio	Abandono del sitio.
	Al término de las obras de construcción y abandono del sitio los materiales de desecho se dispondrán adecuadamente en los sitios de disposición que	Correctiva	Preparación del sitio	Abandono del sitio

	asigne la autoridad municipal.			
	Establecer un Programa Conservación de Suelos.	Compensación.	Preparación del sitio.	Mínimo 2 años de seguimiento
Afectación al suelo y geología.	Reutilizar los materiales obtenidos, tales como horizontes superficiales del suelo y material geológico, los cuales pueden utilizarse para relleno y nivelación de partes bajas, para revestir caminos o arropar taludes, donde la erosión pueda ser un problema potencial.	Correctiva	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	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	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	Preparación del sitio	Construcción
	Hacer cumplir con el Plan Integral de Manejo de Residuos, por Generación de Residuos y Uso de Sustancias Tóxicas, evitando la quema indiscriminada de residuos o de leña para la calefacción, cocción o calentamiento de alimentos, lo cual debe ser ordenado y acorde a las facilidades existentes.	Preventiva	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	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	Preparación del sitio	Construcción
	Permitir el retorno de especies vegetales, en áreas cercanas y en periferia del proyecto.	Correctiva	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 utilizarse 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	Preparación del sitio	Construcción
	Realizar la disposición de residuos en sitios sin vegetación.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción

	Reutilización de la capa orgánica sobre el derecho de vía, una vez terminada la construcción del Puente.	Mitigación	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	Preparación del sitio	Abandono del sitio.
	Establecer un Programa de Conservación de Especies de Fauna Nativa (Incluye Acciones de Rescate y Reubicación). Se estima que la posibilidad de rescatar y reubicar especies será muy restringida, debido a que el proyecto no afectará la vegetación aledaña).	Mitigación	Previo a la preparación del sitio	Construcción
Eliminación de la cobertura vegetal en la trayectoria del proyecto.	Eliminar la vegetación de forma manual y dirigida, sin utilizar maquinaría o sustancias químicas.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Retirar y/o reubicar la vegetación de manera selectiva, iniciar con vegetación de interés comercial o ecológico para los pobladores o dueños de los predios, posteriormente retirar la vegetación restante.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Evitar la quema de restos y estratos vegetales.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Depositar suelo y material vegetal en la superficie adyacente de las zonas de obra, taludes de terraplenes o terrenos con signos de deterioro.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Realizar el troceo de vegetación en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico e incorporar esta mezcla en áreas verdes, arrope de taludes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer acciones para la recuperación de material vegetativo 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 para la protección y mejoramiento de hábitat, cauce, áreas con signos de deterioro, incluso en la zona del banco de extracción de materiales.	Compensación	Preparación del sitio y construcción	Operación y Mantenimiento
	Realizar una campaña de revegetación con especies locales, incluyendo a la población, en todo el proyecto y asegurando su sobrevivencia y mantenimiento adecuado.	Compensación	Construcción	Operación y Mantenimiento
Migración y descenso de las	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.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento

poblaciones de la fauna silvestre	Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyenta miento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	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 compraventa y la muerte de cualquier organismo de la fauna.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
Evitar las afectaciones a la vegetación y fauna por inconciencia 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	Operación y mantenimiento
	Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.	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	Operación y mantenimiento
Despalme y eliminación de los horizontes del suelo.	Durante el despalme del suelo en el cauce, movilizar el material edáfico en sentido contrario a la pendiente, es decir aguas arriba de todas las corrientes hidrológicas, evitando su caída.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo natural removido para después mezclarse con residuos vegetales, funcionando como un excelente banco de germoplasma y utilizarse 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
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 y correctivo de maquinaria equipo y vehículos.	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	Operación y mantenimiento
	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.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
Generación de polvos y ruido en los distintos frentes de trabajo.	Durante las etapas del proyecto se pueden genera gran cantidad de polvos, en la construcción de los accesos al puente por lo que es importante regar la zona de trabajo, con agua tratada.	Mitigación	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	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.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
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	Operación y mantenimiento
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	Operación y mantenimiento
	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	Operación y mantenimiento
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	Preparación del sitio y 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
Conflictos sociales y retraso de las obras.	Indemnizar a los propietarios de los terrenos, en tiempo y forma.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
Seguridad al tránsito de la población y	Asegurar el tráfico libre y seguro de los visitantes y conductores hacia todos los frentes o zonas de trabajo incluyendo vigilancia durante los días	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción

conductores durante la construcción de la obra.	de trabajo y señalamientos diurnos y nocturnos, suficientes en días de descanso.			
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 de la carretera, 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

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

VI.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O 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 VI. 5. Características de las medidas de mitigación del proyecto.

OBJETIVO	ALCANCES	PROCEDIMIENTO	RECURSOS NECESARIOS	INDICADORES	PERIODICIDAD	REGISTRO DEL CUMPLIMIENTO
Proteger la calidad del agua.	80%	Realizar la excavación y actividades asociadas a la construcción del puente, durante la época de sequía, permitiendo un desarrollo de actividades de manera más segura, por la disminución del flujo de agua.	Planeación de los trabajos.	Número de actividades.	Previo al inicio de las actividades constructivas.	Planeación de las actividades a realizar.
		Establecer dos puntos de monitoreo, aguas arriba y abajo de la obra, a fin de identificar un cambio radical en la calidad del agua, causas y medidas especiales para atender esta situación.	Dos estaciones de monitoreo. Inspección visual de la turbidez del agua, pH y sólidos disueltos.	Número de veces que se modifica la calidad del agua.	Reporte diario y concentrado semanal de la calidad del agua.	Informe semanal de calidad del agua
		Evitar la caída de materiales al cauce, 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.	Informe mensual de los incidentes.
Compensar la eliminación de la vegetación eliminada en la trayectoria del proyecto.	100%	Recuperar organismos, material vegetativo, semillas de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, previo a la temporada de lluvias, considerando especialmente las especies con estatus, las aprovechadas por la fauna silvestre y las de interés especial, como son aquellas especies emblemáticas de la región.	Suelo despalmado. Material vegetativo Semillas, y la coordinación y participación con la población local y visitantes.	Número de individuos plantados Tasa de sobrevivencia.	Cada seis meses realizar un inventario de los individuos plantados, todo el tiempo que requiera la construcción del proyecto.	Informe semestral de las acciones realizadas.
		La constructora debe reproducir y establecer plantas en sitios para recuperación, protección y mejoramiento de hábitat, áreas verdes, cauce de cuerpos de agua o banco de materiales.				

		Realizar campañas de revegetación con especies locales y con la participación de la población local, asegurando su sobrevivencia y mantenimiento.				
Compensar las afectaciones sobre la fauna.	90%	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 ahuyenta miento 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, compraventa 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.	Numero de organismos afectados. Numero de nidos y madrigueras reubicadas. Numero de catálogos o folletos publicados. Número de señalamientos colocados.	Semanalmente y un concentrado Mensual, durante todo el tiempo que dure el proyecto.	Informe mensual de las acciones realizadas.
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 mezclarse con residuos vegetales y reutilizarse 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.	Informe de los volúmenes reutilizados de suelo (número de camiones obtenidos).
Reducir el riesgo de contaminación	100%	Desarrollar un programa de manejo de residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y contrato con la empresa	Contenedores, sitios de almacenamiento	Volumen de residuos manejados	Concentrado Mensual, a partir de	Bitácoras. Contrato con empresa para el

del agua y suelo por la generación de residuos.		especializada autorizada que dará disposición final de los residuos peligrosos.	temporal y personal para las actividades del programa.	durante toda la obra.	reportes semanales.	manejo de Residuos peligrosos. Manifiesto de residuos peligrosos.
		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.	Bitácora de residuos de obra recuperados.
Evitar la contaminación fecal.	100%	Contratar el uso de sanitarios portátiles, a empresas autorizadas.	Contrato para sanitarios portátiles	Numero de sanitarios	Todo el tiempo que dure la obra.	Arrendamiento.
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.	Bitácoras de mantenimiento de los equipos, maquinaria y vehículos.
		La circulación y el tránsito de los vehículos de carga debe 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.				
		Respetar los límites de velocidad, principalmente en la Zona Urbana.	Reglamento interno aplicable a vehículos.	Incidentes de tráfico.	Semanal.	Informe mensual.
		Regar la zona de trabajo.	Pipa de agua.	Volumen de agua utilizada.	Semanal.	Bitácoras de obra.
Concientizar a los	100%	La empresa constructora debe ofrecer capacitación ambiental a supervisores, operadores de maquinaria y	Materiales para los cursos	Cursos ofrecidos.	Todo el tiempo que dure la obra.	Materiales impresos,

trabajadores de la importancia de la protección ambiental		equipo pesado, conductores de vehículos, previo al inicio de actividades. Otorgar capacitación y educación ambiental a los pobladores	Instructor.	Numero de personal capacitado Asistentes.		informes, pago a instructores y convenio realizado.
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.	Facturas de compra. Nóminas del personal. Reportes de incidentes.
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. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, e incluir letreros señalando las prohibiciones para evitar algún tipo de accidente.	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.	Facturas de compra. Pago a instructores.
Evitar conflictos sociales	100%	Indemnizar a los propietarios de los terrenos utilizados para la construcción del proyecto.	Pago de los predios.	Conflictos y retraso de obra.	Previo al inicio de actividades.	Contrato con propietarios.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

De manera general, independientemente de la etapa de desarrollo del proyecto, deberán llevarse a cabo las siguientes medidas generales de mitigación de impactos negativos causados al ecosistema:

- ✓ Evitar el derrame de materiales o sustancias.- Durante los trabajos de operación de maquinaria y camiones, movimiento de vehículos y de personal, durante el desarrollo del proyecto, pueden ocurrir derrames ocasionales y accidentales de sustancias que afecten directamente al suelo y los mantos acuíferos provocando contaminación del agua superficial y ocasionalmente las aguas subterráneas. Se deberán tomar las previsiones necesarias para evitar derrames o escurrimientos de materiales, por ejemplo, asignar un lugar específico y adecuado (con base de cemento o algún otro material impermeable y resistente) para cambios de aceite y/o carga de combustible, así como realizar las acciones de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos en talleres especializados fuera del área del proyecto. Asimismo, debe tener cobertizos para el almacenamiento temporal de residuos domésticos, con recipientes separados de orgánicos e inorgánicos, derivados por la presencia de trabajadores en la zona del proyecto. Los residuos domésticos deben conducirse al sitio de disposición final que indique la autoridad local.
- ✓ Prohibir el acceso a zonas ajenas al proyecto.- Se deberán tomar las acciones necesarias para impedir el acceso en áreas ajenas al proyecto, como pudieran ser las áreas de predios aledaños. Esto es para evitar que se haga algún uso de recursos, o daño a los mismos, así como la perturbación de la fauna silvestre. De la misma manera, debe prohibirse la apertura y utilización de los caminos de acceso, dado que representa la posibilidad de acceder más fácilmente a ciertas áreas y a hacer uso de los recursos de esos sitios que antes eran inaccesibles. Se debe otorgar capacitación y sensibilización ambiental a los trabajadores para evitar afectaciones los recursos naturales; por el contrario, los trabajadores sean considerados como guardianes de la conservación en el sitio del proyecto.
- ✓ Seguimiento riguroso de la normatividad y reglamentación aplicables.- Como una medida de mitigación preventiva y de reducción de impactos, la empresa deberá acatar todas las disposiciones normativas y reglamentarias aplicables en los diferentes ámbitos del proyecto.

Medidas para conservar y proteger el hábitat existente de las especies de flora y fauna silvestre de conformidad con las disposiciones legales aplicables

Es importante señalar que toda la vegetación ubicada en la superficie ocupada será extraída con motivo de la implementación del proyecto, por lo que las medidas que se prevén para conservar y proteger el hábitat de las especies de flora y fauna se realizarán durante el cambio de uso del suelo en la superficie cubierta de vegetación forestal. Las medidas de protección que se tomarán para proteger el hábitat de las especies de flora y fauna silvestre en las áreas aledañas al proyecto son las siguientes:

- Las actividades se iniciarán con un proceso de ahuyentado de la fauna, con bocinas o equipo sonoro, a fin de espantar a los individuos; se procede a revisar la posible existencia de madrigueras a fin de recatar y reubicar organismos que puedan estar presentes.
- Las actividades solo se realizarán durante el día y terminarán por la tarde, que es cuando comienza la actividad de la fauna silvestre.
- Quedará estrictamente prohibida la extracción de plantas o la captura y extracción de cualquier especie silvestre que se encuentre en la zona del proyecto.
- No será afectada más vegetación de la que sea estrictamente necesaria.

Lo anterior, dando cumplimiento a las disposiciones y especificaciones establecidas en la NOM-060-SEMARNAT-1994 y NOM-061-SEMARNAT-1994.

Tabla VI. 6. Medidas de mitigación generales.

MEDIDAS DE MANEJO	
1.	Capacitación ambiental en todos sus trabajadores y exigir la capacitación de los contratistas que tengan asignadas las distintas obras, para el cumplimiento de las medidas previstas en el estudio y la sensibilización ambiental de los trabajadores.
2.	En caso de presentarse, realizar el rescate de individuos de fauna y flora de los sitios bajo afectación y favorecer su preservación especialmente cuando se encuentren en algún estatus de conservación enunciada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3.	Al iniciar las obras deberá permitir y efectuar el desplazamiento de la fauna de lenta movilidad, realizando un ahuyentado previo.
4.	Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de duración de la obra a lo largo del trazo del proyecto y en caminos de acceso y cercanías, que el personal induzca el ahuyentado de la fauna, sobre todo la que tiene un lento desplazamiento, como reptiles, incluyendo la reubicación de sus madrigueras o nidos, en sitios más conservados.
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.	Durante la práctica de desmonte y despalme, se deben triturar los residuos vegetales depositando y mezclando con el suelo, en la zona adyacente o perimetral al proyecto, aguas arriba, para el enriquecimiento de las condiciones edáficas.
8.	En todas las áreas, realizar la eliminación de la vegetación por medios mecánicos y manuales nunca con métodos químicos, ni quemas de los residuos orgánicos; se deberá evitar el uso de pesticidas.
9.	Efectuar limpieza y retiro de todos los residuos de la obra, domésticos y considerados como peligrosos, de los sitios al concluir las etapas de preparación del sitio y construcción, así como posteriormente durante la operación y mantenimiento.
MEDIDAS DE PREVENCIÓN	
10.	De manera obligatoria, se debe respetar y cumplir la normatividad vigente, tanto para el caso de residuos sólidos peligrosos y domésticos y emisiones a la atmósfera.
11.	Los camiones que circulen con materiales que emitan polvo, deberán estar cubiertos con una lona.
12.	Circular a baja velocidad para evitar al mínimo la dispersión de polvos ocasionado por el flujo vehicular en caminos de acceso y respetar el límite de velocidad, para proteger los pasos de la fauna.
13.	Se deberá cumplir con la normatividad en materia de ruido.
14.	Aplicar las medidas pertinentes para evitar derrames de aceite, combustibles y otras sustancias que se utilizan en las diferentes actividades en el desarrollo de la preparación del sitio y la construcción.
15.	Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN	
16.	Desmontar únicamente sobre el sitio donde se construirá la obra.
17.	Despalmar únicamente sobre el sitio donde se construirá la obra y almacenar la capa superficial del suelo, para aprovecharla posteriormente en sitios de restauración ecológica o para acciones de reforestación.
18	Colocar la capa superficial del suelo (máximo hasta los 15 cm de profundidad) de los despalmes en un sitio destinado exprofeso y colocarlo posteriormente en la parte superficial, para utilizarlo en aquellos sitios destinados a la recuperación ecológica, a fin de recuperar la condición orgánica del suelo y favorecer una rápida colonización vegetal.
19	Evitar la alteración de la vegetación y el suelo circundante y en la zona del proyecto; evitar la interrupción de la dinámica hidrológica y la erosión y sedimentación asociados con el movimiento del agua.
20.	En las actividades realizadas en las obras, cerrar cualquier zanja abierta, para evitar que se convierta en un obstáculo para la fauna, en la parte de incorporación con el puente a realizar.
21.	Retirar todos los residuos de la construcción, así como piezas y componentes metálicos, recuperación de material ferroso (chatarra) para su adecuada disposición.
22.	Contar y aplicar un programa integral de residuos, tanto domésticos como peligrosos y de manejo especial.

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	
23.	Desarrollar el Programa de Reforestación propuesto.
MEDIDAS DE REHABILITACIÓN	
24.	Al finalizar cada etapa de la obra reforestar con especies de la zona, sin utilizar especies exóticas.
25.	En las zonas a reforestar utilizar el suelo producto del despalme, enriquecido con el producto del desmonte previamente triturado.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Las medidas de mitigación por etapa y factor ambiental se presentan en la siguiente tabla.

Tabla VI. 7. Medidas de mitigación por etapa, factor y componente.

COMPONENTE AMBIENTAL.	FACTOR.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN.
PREPARACIÓN EL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.		
Aire.	Calidad del aire.	Contar con un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
		Prohibir que vehículos, maquinaria y equipo estén funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y el consumo de combustible.
	Partículas suspendidas.	Se deberán humedecer cuando sean necesario las áreas que se estén trabajando y que puedan generar material particulado.
		Aplicar un programa de mantenimiento preventivo a vehículos manteniendo los registros actualizados.
	Niveles de ruido.	La maquinaria, vehículos y equipo contarán con un programa de mantenimiento preventivo, manteniendo los registros actualizados.
		Utilizar en horario diurno los equipos de mayor emisión de ruido.
		Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir emisión de contaminantes y consumo de combustible.
Geología y Geomorfología.	Relieve y Micro relieve.	Se limitarán las nivelaciones y compactaciones únicamente a las zonas definidas en el Proyecto.
		Se tendrá un control estricto de los materiales para evitar su caída a la carretera y ocasionar algún tipo de accidente vehicular.
Suelo.	Estructura del suelo.	Delimitar el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades, con el objetivo de solo afectar la superficie especifica destinada a la preparación del sitio y construcción.
		El suelo retirado deberá colocarse un área sin actividades constructivas, quizás aguas arriba de la zona del proyecto.
	Calidad del suelo.	Se elaborará e implementará el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas por incluir en el Plan son: • Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. • Programa de Manejo de Residuos Peligrosos.
		Se debe monitorear los posibles derrames de hidrocarburos en área del proyecto.
	Erosión.	Se realizarán, en caso de ser estrictamente necesarios, riegos durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción, en el área del Proyecto.

Hidrología superficial.	Calidad del agua.	Elaborar e implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas por incluir en el Plan: • Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. • Programa de Manejo de Residuos Peligrosos.
		Utilizar letrinas portátiles. Una por cada 20 trabajadores, durante la etapa de preparación del sitio y Construcción.
		Llevar el monitoreo de detección de derrames de productos líquidos en la zona del proyecto.
Vegetación.	Estructura y composición.	Se implementará el Programa de Conservación de Especies de Flora Nativa (Incluye Acciones de Rescate y Reubicación) así como un Programa de Reforestación. Se implementará el Programa de Seguimiento y Control (Monitoreo).
Fauna.	Abundancia y distribución de las comunidades.	Se ejecutará el Programa de rescate de fauna silvestre que incluye: • Previo a las actividades de desmonte y despalme, identificar y mover, en caso de ser factible, nidos y madrigueras. • En caso de encontrar algún sitio de anidación, se dejará que la especie cumpla con el ciclo reproductivo para posteriormente reubicar las crías. • Realizar acciones para ahuyentar y rescatar las especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento, principalmente de aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. • Realizar la liberación en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que sean lo más parecidos de donde se rescataron los especímenes.
	Hábitat.	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.
Paisaje.	Calidad escénica.	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
Aire.	Calidad del aire.	Tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
		Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible.
		Mantener en óptimas condiciones la vegetación.
	Partículas suspendidas.	Aplicar un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
		Prohibir que vehículos, maquinaria y equipo estén funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y uso de combustible.
		Mantener en óptimas condiciones la vegetación y zona de conservación para que absorban la contaminación ambiental.
	Ruido.	Se deberá tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
		Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible.

Suelo.	Calidad del suelo.	Se elaborará e implementará el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en cuanto a la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son: • Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. • Programa de Manejo de Residuos Peligrosos.
		Se monitoreará la detección de derrames de hidrocarburos o de otras sustancias en las áreas del proyecto, para evitar su conducción a las escorrentías cercanas.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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. A continuación, se presentan las medidas de mitigación propuestas para los impactos identificados y se presentan ordenadas de acuerdo con la categoría y parámetro ambiental afectado.

Ecología.

Tabla VI. 8. Estrategias de mitigación para impactos negativos de acuerdo con la categoría de ecología.

VEGETACIÓN		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Prohibir la extracción de flora silvestre, principalmente aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Duración: Esta medida será vigente durante todo el tiempo que dure el proyecto. Recursos: se requerirá que el supervisor ambiental junto con los especialistas sectoriales verifique que se siga esta medida. Responsable: Supervisor ambiental y especialista.
	Almacenar el material producto de la remoción de vegetación y despalme en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales a fin de evitar daño a la vegetación y/o arrastre a corrientes de agua.	Duración: Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea utilizado en la formación de terraplenes y/o arropes. Recursos: No se requieren recursos extras. Responsable: Supervisor ambiental +residente de obra.
	Prohibir la introducción de flora exótica y verificar que no suceda este evento de forma accidental.	Duración: Todo el tiempo que dure el proyecto. Recursos: No se requieren recursos extras, únicamente la supervisión. Responsable: Supervisor ambiental +especialistas.
	Prohibir el uso de químicos o fuego para el retiro de vegetación en áreas de apertura.	Duración: Los meses en que se realice el retiro de vegetación Recursos: Ninguno, únicamente la supervisión. Responsable: Supervisor ambiental +especialistas.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Contaminación.

Tabla VI. 9. Estrategias de mitigación para impactos negativos – Contaminación ambiental

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Prohibir realizar cualquier tipo de actividad de las etapas de preparación del sitio y construcción durante la noche.	Duración: Preparación del sitio y construcción. Recursos: Ninguno, únicamente la supervisión. Responsable: Supervisor ambiental +residente de obra.
Reducción	En las áreas de instalaciones provisionales y estacionamiento de maquinaria se recomienda la iluminación localizada, evitando la intrusión lumínica.	Duración: Preparación del sitio y construcción. Recursos: Ninguno, únicamente la supervisión. Responsable: Supervisor ambiental +residente de obra.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

ESTRATEGIAS GENERALES DE MITIGACIÓN.

Las medidas de mitigación propuestas en esta sección derivan de los impactos identificados, los cuales, si bien representan una afectación mínima, al ser de efecto negativo es importante seguir algunas medidas básicas para su mitigación, así como para la mejor integración del proyecto en el ámbito ambiental y social. Las medidas indicadas se presentan por categoría y componente afectado en las tablas siguientes:

Tabla VI. 10. Estrategias generales de mitigación – Ecología.

VEGETACIÓN		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Capacitación a la planta laboral acerca de la flora silvestre de la región e informar que ésta no debe extraerse, principalmente aquella que tenga alguna clasificación de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: material de papelería para una capacitación sencilla. Responsable: supervisor ambiental +especialista.
Prevención	Limitar la circulación de vehículos a la Línea de ceros propuesta	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: ninguno. Responsable: supervisor ambiental +residente de obra.
FAUNA		
Prevención	Monitoreo y rescate de herpetofauna previo a las actividades de preparación del sitio y durante la construcción	Duración: etapa de preparación del sitio y construcción. Recursos: Biólogo especialista en herpetofauna + auxiliar. Responsable: Supervisor ambiental +residente de obra.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla VI. 11. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental.

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.	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.
CONTAMINACIÓN DEL SUELO		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la Línea de ceros propuesta a fin de evitar un aumento en el área afectada por la 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	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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla VI. 12. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos.

PAISAJE Y CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Prevención	Evitar que los vehículos de acarreo circulen con exceso de carga.	Duración: actividades de acarreo (aprox. 4 meses) Recursos: ninguno Responsable: supervisor ambiental
Prevención	Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria y los vehículos de acarreo, para evitar emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la normatividad correspondiente: NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de motores que usan gasolina como combustible y NOM-045-SEMARNAT-2017, que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diésel.	Duración: todo el tiempo que dure la construcción Recursos: Taller con instalaciones adecuadas para mantenimiento menores Responsable: supervisor ambiental +residente de maquinaria
Remediación	En la etapa de limpieza del sitio se deberá des compactar el suelo donde se ubicaron las obras provisionales.	Duración: al finalizar la pavimentación (aprox. 2 meses) Recursos: herramienta menor (pala, carretillas) y personal Responsable: supervisor ambiental
Prevención	Instalar recipientes para la adecuada disposición de los residuos urbanos, vigilando que sean transportados al sitio indicado por el municipio para su disposición final.	Duración: al finalizar la pavimentación (aprox. 2 meses) Recursos: tambos y señalética Responsable: supervisor ambiental
Prevención	Instalar recipientes para la adecuada disposición de los residuos peligrosos, vigilando que sean entregados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final.	Duración: al finalizar la pavimentación (aprox. 2 meses) Recursos: almacén de residuos peligrosos, señalética. Responsable: supervisor ambiental.
Reducción	Establecer un Plan Integral de Manejo de Residuos, por Generación de Residuos y Uso de Sustancias Tóxicas.	Duración: operación del proyecto. Recursos: de acuerdo con el organismo operador del camino. Responsable: organismo operador del camino.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla VI. 13. Estrategias generales de mitigación - Aspectos de interés humano.

SOCIOCULTURAL		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Compensación	Dar prioridad al contrato de trabajadores de las poblaciones cercanas.	Duración: previo y durante la obra. Recursos: ninguno. Responsable: empresa constructora.
Prevención	Establecer un sistema de seguridad en las zonas de los frentes de trabajo, para evitar el paso de personas ajenas al proyecto.	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: material para instalación de señales. Responsable: supervisor ambiental +residente de obra.
Prevención	Colocar señalamientos preventivos, indicando que se están desarrollando trabajos de construcción, ya que se contempla que el camino siga en uso mientras sean ejecutadas las actividades de modernización.	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: material para instalación de señales. Responsable: supervisor ambiental +residente de obra.
Prevención	Contar con un botiquín de emergencias con el material necesario e indispensable para la protección y curación del personal; así como identificar el centro de salud más cercano a los frentes de obra.	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: material de curación básico. Responsable: supervisor ambiental +residente de obra.
Prevención	Proveer al personal con equipo de protección personal.	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: cascos, guantes, tapones para oídos, casacas, etc., dependiendo de la actividad a realizar. Responsable: supervisor ambiental +residente de obra.
Prevención	Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la superficie de rodamiento una vez puesta ésta en operación.	Duración: operación del proyecto. Recursos: de acuerdo con el organismo operador del camino. Responsable: organismo operador del camino.
Prevención	Contar con el equipo necesario y en buen estado para despachar el combustible. Para las actividades de carga y descarga de combustible se deben frenar y bloquear las ruedas de los vehículos.	Duración: preparación del sitio y construcción. Recursos: equipo para combustible. Responsable: supervisor ambiental +residente de maquinaria.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

VI.4. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

El Programa de vigilancia ambiental que se llevarán a cabo tiene como objetivo garantizar que la operación del proyecto sea un espacio donde todos participen conscientemente en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, no solo dentro del espacio del presente proyecto, sino que lo lleven a su vida diaria e influyan en su colectividad. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el contratista será responsable de las condicionantes ambientales y los programas de vigilancia ambiental, en la etapa de operación y mantenimiento será el representante legal el encargado de darle seguimiento a las condicionantes ambientales. Los costos para el seguimiento de las condicionantes ambientales o medidas de mitigación, durante la etapa de obra, las propondrá el constructor para él proyecto.

Es importante considerar que un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos: clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología) 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), que debe 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 sitio modificado, delimitado y caracterizado previo al inicio de las actividades con el fin de monitorear los efectos potenciales generados por las actividades de preparación del sitio y construcción sobre los componentes abióticos y bióticos del 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 protección de Fauna Silvestre y la Flora, entre otras. Mediante el seguimiento es posible obtener información útil para conocer el estado, ambientalmente hablando, del proyecto y su entorno, identificar los problemas ambientales y así aplicar correctamente las medidas para su prevención y mitigación. En el caso de este proyecto, el objetivo de la vigilancia y control es verificar si durante el desarrollo de este se cumple con las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y el incumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Por otra parte, el programa permitirá cuantificar impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación. 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 herpetofauna.
- Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica)

La siguiente tabla, pretende proporcionar una base en cuanto a la organización de actividades referentes al plan de manejo ambiental de acuerdo con la calendarización de la instalación del camino y de acuerdo con lo establecido en los diferentes programas que forman parte del manejo ambiental. Sin embargo, el supervisor ambiental debe analizar el conjunto de actividades a realizar y modificar o ajustar la programación presentada. En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

Tabla VI. 14. 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.		OPER Y MTTO	
	Liberación del DV	Trazo 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 los cuerpos de circulación				■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Capacitación a los trabajadores sobre el respeto a la vegetación				■	■	■										
Adecuación de las obras de drenaje para utilizarse 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 cuerpos de circulación propuesta							■	■	■	■						
Remoción del suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles o aceites							■	■	■	■	■	■		■		
Instalar recipientes para disposición de residuos urbanos				■	■	■	■	■	■	■	■	■		■		
Disposición final de residuos urbanos 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							■	■	■	■	■	■				
Des compactación del suelo al retirar instalaciones provisionales														■		
Establecer un programa permanente de recolección de residuos en el derecho de vía															■	■
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 camino															■	■

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Se aplicará el plan vigilancia como parte del PMMA para garantizar la efectividad de las acciones que tienen como propósito controlar todos y cada uno de los impactos ambientales.

1. ACCIONES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y RUIDO.

Etapa que se aplicara:

Preparación del Sitio y Construcción.

Parámetro:

Contaminación del medio físico.

Impactos objetivo:

Afectaciones a la atmósfera y el ambiente.
Emisión de humo y polvo.
Producción de malos olores.
Generación de ruido.

Procedimientos:

1.- Se deberá vigilar que los vehículos que transporten materiales estén cubiertos con lonas o plásticos para evitar la caída de materiales y polvos.
2.- Se prohibirá que los trabajadores realicen fogatas para calentarse o cocinar sus alimentos.
3.- Se vigilará la separación de residuos sólidos y se verificará que aquellos que consistan en restos de alimentos sean recolectados a la brevedad, debiéndose almacenar correctamente de manera temporal, para evitar la aparición de fauna nociva y malos olores.
4.-El supervisor ambiental debe vigilar y exigir que todos los vehículos estén afinados y cuenten con la verificación vehicular y se tener los documentos y matrícula de vehículos debidamente registrados.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

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).

Equipos:

Cubiertas plásticas.
Lonas.
Recipientes de residuos con trampa de anti-fauna.
Bitácoras.
Comprobantes de verificación vehicular.
Cámara fotográfica.

Tipo de apoyo:

Externo.

Aspectos por considerar:

Garantizar que no existan emisiones a la atmósfera que puedan dañar la salud de la población aledaña y de los trabajadores.

Duración de aplicación:

Durante todo el tiempo en que se efectué la construcción del proyecto, hasta limpiar el área del proyecto después de concluida la obra y se desmantele el patio de maniobras.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios por parte de la autoridad ambiental competente.
Comprobante de autorizaciones para disposición final de aguas y residuos sólidos.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización
Fotografías y comprobantes de verificación vehicular.
Indicador de efecto:
Ausencia de materiales contaminantes.
Umbrales de alerta:
Presencia de malos olores.
Falta de visibilidad.
Umbral inadmisible:
Personal con enfermedades respiratorias.
Contaminación del sitio y de sus alrededores.
Frecuencia de revisión del cumplimiento:
Se deberá vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales que deberán mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

2.- PROGRAMA DE REFORESTACIÓN.

Etapa que se aplicara:
Construcción y operación.
Parámetro:
A los individuos reforestados se les deberá proporcionar los cuidados correspondientes para garantizar una sobrevivencia mínima del 80%.
Impactos objetivo:
Compensación y aumento de cobertura vegetal.
Procedimientos:
1. Identificación y delimitación de áreas a reforestar
2. Determinar especies y cantidad de planta
3. Obtención de material vegetativo (producción de planta en vivero y propagación vegetativa).
4. Preparación y protección del terreno
5. Transporte de plantas
6. Plantación
7. Mantenimiento de la plantación

Responsable:
Contratista y supervisor ambiental.
Periodicidad:
Se vigilará durante las fases de construcción y operación y se reportará cada 6 meses y un reporte final.
Tipo de apoyo:
Empresas especializadas en reforestación y conservación de recursos naturales.
Aspectos por considerar:
Garantizar que no se mezclen los residuos con los sustratos a utilizar para la planta.
Duración de aplicación:
Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde la sobrevivencia de las plántulas.
Documentos probatorios relevantes:
Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Bitácoras de registro.
Indicador de realización:
Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

Indicador de efecto:
Mejora del entorno
Umbrales de alerta:
Mortandad de plántulas en un 5%
Umbral inadmisible:
Mortandad de plántulas en un 21%

3.- PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA Y FLORA NATIVA (INCLUYE ACCIONES DE RESCATE Y REUBICACIÓN).

Etapa que se aplicara:
Preparación del sitio y construcción.
Parámetro:
Preservación y conservación de especies de flora y fauna silvestres.
Impactos objetivo:
Conservación y protección de la biodiversidad.
Procedimientos:
1. Efectuar el desplazamiento de fauna silvestre en la zona de los trabajos y áreas adyacentes.
2. Activar el procedimiento de rescate de flora y métodos de rescate de fauna de especies susceptibles.
3. Colecta, captura e identificación de los individuos, que incluye mediciones morfométricas;
4. La obtención de germoplasma para la propagación vegetativa de especies protegidas,
5. 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, y
   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.

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.
Tipo de apoyo:
Empresas especializadas en conservación y manejo de flora y fauna silvestres.
Duración de aplicación:
Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para ahuyentado, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y hasta el final de la construcción para adecuar obras de drenaje.
Documentos probatorios relevantes:
Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Bitácoras de registro.
Indicador de realización:
Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.
Indicador de efecto:
Conservación de biodiversidad
Umbrales de alerta:
Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 10%

Umbral inadmisible:

Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 25%

4.- PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y PROTECCIÓN DE CUERPOS DE AGUA.

Etapa que se aplicara:

Preparación del sitio y construcción.

Que el sitio de reubicación del suelo cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación por las personas, al depositar de manera clandestina 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.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en conservación de suelos.

Duración de aplicación:

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 utilizarse posteriormente para la reforestación.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.

Autorización de la empresa prestadora de servicios.

Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

Indicador de efecto:

Conservación de suelos

Umbrales de alerta:

Cantidad de suelo perdido hasta en un 40% de su volumen rescatado.

Umbral inadmisible:

Perdida de suelo en más del 40% de su volumen rescatado.

5. PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS, POR GENERACIÓN DE RESIDUOS Y USO DE SUSTANCIAS TÓXICAS.

Etapa que se aplicara:

Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Parámetro:

Contaminación del medio físico.

Impactos objetivo:

Riesgos de toxicidad al agua y suelo.

Procedimientos:

1.- Se construirá un almacén, fuera del área del proyecto, para resguardar de manera provisional algunas sustancias que por su naturaleza pueden catalogarse como peligrosas.

2.- Establecer recipientes para el almacenamiento de residuos que pueden considerarse tóxicos como solventes y aceites gastados, así como estopas, mismos que se registrarán en una bitácora y entregados a empresas registrada ante la SEMARNAT, para su manejo, tratamiento y disposición final.
3.- Se aplicará y vigilará el cumplimiento de un plan de separación de residuos sólidos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.
4.- 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.
5.- 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.
6.- En la operación se aplicará una vigilancia estricta sobre el manejo de residuos.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante todas las fases.

Equipos:

Recipientes plásticos con tapa hermética para la separación de restos que puedan ser tóxicos.
Recipientes metálicos para los restos de construcción.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en el manejo de residuos.

Aspectos por considerar:

Garantizar que no se mezclen los residuos y que reciban un tratamiento por tipo de residuos, de preferencia buscar el reciclado y reúso de los residuos.
Evitar el contacto de residuos en el suelo y agua, así como su dispersión en los escurrimientos.

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 probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Comprobante de autorizaciones.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de residuos por las empresas.

Indicador de efecto:

Evitar contaminación del sitio, reduciendo efectos negativos a la salud de trabajadores.

Umbrales de alerta:

Presencia de residuos en los alrededores y en particular en la zona aledaña a los límites del proyecto.

Umbral inadmisible:

Contacto de residuos con la fauna.

Frecuencia de revisión del cumplimiento:

Se deberán vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales para mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

6. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO).

Objetivo:

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 plan de monitoreo ambiental cubrirá todas las condicionantes y términos señalados por la SEMARNAT, para su monitoreo y verificación oportuna, así como las recomendaciones del Programa de manejo ambiental.

Descripción.

El Plan de 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 se reportarán 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 plan, que sean consideradas las medidas de mitigación y compensación manifestadas dentro la MIA-P, así como en este Plan de Manejo Ambiental. Además de lo ya mencionado, el PMA 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.

- NOTA: Algunos de los programas se presentan de manera desarrollada como anexos al presente trabajo.

VI.5. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

Con la finalidad de cumplir con la implementación de medidas de prevención y mitigación ambiental se deberá aplicar una estrategia de planeación, programación, presupuesto y control, asesorías, cuando aplique. Adicionalmente, la implementación de medidas de prevención y mitigación ambientales en este tipo de proyectos suelen ser variables y dependientes de varios componentes (aire, geología y geomorfología, suelo, hidrología superficial y subterránea, suelos, vegetación y fauna). Estos componentes contienen factores, que son impactados por las actividades que se realizan en cada una de las etapas del Proyecto (Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento).

El seguimiento y control de las medidas de mitigación se harán de acuerdo con los cuadros siguientes:

Tabla VI. 15. Seguimiento y control de las medidas generales.

	MEDIDA	DOCUMENTO O IMPLEMENTACIÓN	SEGUIMIENTO
	MEDIDAS DE MANEJO		
1	Capacitación ambiental en todos sus trabajadores y exigir la capacitación de los contratistas que tengan asignadas las distintas obras, para el cumplimiento de las medidas previstas en el estudio y la concientización de los trabajadores.	Presentación del Programa o documento de difusión de las medidas	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información
2	Establecer como una actividad cotidiana, durante toda la duración de la obra y en caminos de acceso, que el personal induzca el ahuyentado de la fauna, sobre todo la de lento desplazamiento, como reptiles, incluyendo la reubicación de sus madrigueras o nidos, en sitios más conservados.	Presentación del programa Impartición de pláticas periódicas (cada 6 meses)	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información
3	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 vegetación existente.	Presentación del programa Impartición de pláticas periódicas (cada 6 meses)	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información
4	Durante el desmonte y despalme, se deben triturar los residuos vegetales depositando y mezclando con el suelo, aguas arriba de la zona adyacente o perimetral al proyecto, para el futuro enriquecimiento de las condiciones edáficas.	Registro de los volúmenes de residuos vegetales mezclados con el suelo.	Bitácora Memoria fotográfica de la colocación de la materia vegetal y su mezcal con materiales edáficos.
5	Eliminar la vegetación por medios mecánicos y manuales nunca con métodos químicos, ni quemas de los residuos orgánicos, se deberá evitar el uso de pesticidas.	Bitácora Registro fotográfico de la actividad	Bitácora Registro fotográfico de la actividad
6	Limpiar los sitios al concluir las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono el sitio.	Bitácora Registro fotográfico de la actividad Contrato con la empresa que moverá los residuos	Bitácora Registro fotográfico de la actividad Constatar el cumplimiento del contrato
	MEDIDAS DE PREVENCIÓN		

7	Los camiones que circulen con materiales que emitan polvo deberán estar cubiertos con una lona.	Oficio con la instrucción	Bitácora Registro fotográfico
8	Circular a baja velocidad para evitar al mínimo la dispersión de polvos en los caminos de acceso y respetar el límite de velocidad, para proteger a la fauna que cruza por estas vías.	Oficio con la instrucción	Bitácora Registro fotográfico
MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN			
9	Colocar la capa superficial del suelo (máximo hasta los 10 cm de profundidad) de los despalmes en un sitio aguas arriba, para utilizarlo en la reforestación o en aquellos sitios destinados a la recuperación ecológica, a fin de recuperar la condición orgánica del suelo y favorecer la colonización vegetal.	Plano con los sitios para colocación del material Bitácora Registro fotográfico	Bitácora Registro fotográfico
10	En las diferentes actividades de las obras, cerrar cualquier zanja abierta, para evitar que se convierta en trampa para la fauna.	Oficio con la instrucción	Bitácora Registro fotográfico

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla VI. 16. Seguimiento y control de las medidas de mitigación.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	DOCUMENTACIÓN	INDICADOR DE LA REALIZACIÓN	INDICADOR DE RESULTADO	MEDIDAS EMERGENTES	PERIODICIDAD
PREPARACIÓN EL SITIO Y CONSTRUCCIÓN							
Aire	Calidad del aire	Contar con un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar vehículos a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Evitar que vehículos, maquinaria y equipo funcionen de manera innecesaria, para reducir emisión de contaminantes y consumo de combustible	Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario
	Partículas suspendidas	Riego en áreas de vialidades de terracería para evitar la generación de material particulado	Bitácora	Observación y documentar la actividad	Ausencia de partículas en el aire	Humedecer las zonas	Cuando sea necesario o se requiera
		Humedecer las áreas de trabajo que generen material particulado.	Bitácora	Observación y documentar la actividad	Ausencia de partículas en el aire	Humedecer las zonas	Cuando sea necesario o se requiera
		Aplicar un programa de mantenimiento preventivo vehicular, con los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
	Niveles de ruido	Aplicar un Programa de mantenimiento preventivo a maquinaria, vehículos y equipo, con registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Los equipos de mayor emisión de ruido se utilizarán en horarios de actividad diurna.	Registro de la emisión de ruido	Presencia de vehículos	Cumplimiento de normatividad	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso Medir el ruido semanalmente
		Evitar que vehículos, maquinaria y equipo funcionen mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y consumo de combustible	Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario
Geología y Geomorfología	Relieve y Micro relievé	Limitar las nivelaciones y compactaciones únicamente a las zonas definidas en el Proyecto.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizados	Superficies de obra concluidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto. Restauración de zonas afectadas	Semanalmente

		Tener control estricto de los materiales para evitar que caigan en líneas de escorrentía	Bitácora de obra Registro fotográfico	Observación en las zonas de interés que estén libres de materiales	Registro fotográfico	Rectificación de acuerdo con el proyecto. Limpiar la zona Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
Suelo	Estructura del suelo	Delimitar el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades, para solo afectar los sitios destinados a la construcción y operación	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizados	Superficies de obra concluidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
		El suelo retirado deberá colocarse un área aguas arriba donde no se realice ninguna construcción.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizados	Volúmenes movidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto Memoria fotográfica Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
	Calidad del suelo	Implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad de la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son los siguientes: • Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial • Programa de Manejo de Residuos Peligrosos	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	Diario
		Se monitoreará la detección de derrames de hidrocarburos en las áreas del proyecto, para evitar su conducción a líneas de escorrentía.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restauración de zonas afectadas	Semanalmente

	Erosión	Realizar riegos, en caso de ser necesario, durante la Preparación del sitio y Construcción.	Bitácora de obra Datos de campo de índices de erosión Registro fotográfico	Implementación de medición de erosión Bitácora Registro fotográfico	Reducción del índice de erosión Memoria fotográfica	Implementar medidas más estrictas para detener la erosión Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	En época de lluvias o vientos mensualmente Diario
Hidrología superficial	Calidad del agua	implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos y sus programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas son: • Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial • Programa de Manejo de Residuos Peligrosos	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan Cumplimiento de la normatividad en materia de agua	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica		
		Se utilizarán letrinas portátiles, una por cada 20 trabajadores, durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción.	Contrato con el proveedor	Presencia de las letrinas	Documento del proveedor de mantenimiento periódico	Contratación de más letrinas o incremento en el mantenimiento de	De acuerdo con el contrato realizado
		Realizar el monitoreo de detección de derrames en la zona del proyecto, para evitar su conducción a cuerpos de agua	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
Vegetación	Estructura y composición	Implementar el Programa de rescate y reubicación de especies de flora. Implementar el Programa de compensación ambiental.	Programa aprobado por SEMARNAT Programa de compensación ambiental	Bitácora y registro de especies rescatadas y reubicadas Realización de las actividades propuestas en el	Cumplimiento de los indicadores aprobados en el programa	Ajustes a los programas	De acuerdo con el programa

				programa de compensación			
Fauna	Abundancia y distribución de las comunidades	Se ejecutará el Programa de rescate de fauna silvestre que incluye: • Previo a las actividades de desmonte y despalme, identificará y moverá en caso de ser factible nidos y madrigueras • En caso de encontrar algún sitio de anidación, se dejará que la especie cumpla con el ciclo reproductivo para posteriormente reubicar las crías • Realizar acciones para ahuyentar y rescatar especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento, principalmente de aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 • Liberar individuos en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que sean lo más parecidos donde se rescataron los especímenes	Programa aprobado por SEMARNAT Programa de compensación ambiental	Bitácora y registro de especies rescatadas y reubicadas Realización de las actividades propuestas en el programa de compensación	Cumplimiento de los indicadores aprobados en el programa	Ajustes a los programas	De acuerdo con el programa
	Hábitat	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.	Plano de zonas a modificar	Supervisión y registro de la actividad. Memoria fotográfica	Registro de las zonas modificadas Memoria fotográfica	Rectificación del trazo. Restauración de zonas afectadas	Semestralmente
Paisaje	Calidad escénica	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.	Memoria fotográfica de las condiciones iniciales	Bitácora Supervisión	Bitácora Supervisión Memoria fotográfica	Restauración de zonas afectadas	Trimestralmente
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
Aire	Calidad del aire	Aplicar el programa de mantenimiento preventivo vehicular y maquinaria, con registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo este en operación sin uso, para reducir la emisión de contaminantes y consumo de combustible.	Oficio de indicaciones a operadores	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
			Bitácora				

		Mantener en óptimas condiciones la vegetación de la zona de conservación para que absorban la contaminación ambiental.	Programa de mantenimiento Registro fotográfico Plan de manejo de la zona de conservación	Cumplimiento del plan de manejo Registro Fotográfico	Cumplimiento de los indicadores incorporados en el Plan de manejo Registro Fotográfico	Sustitución de la vegetación Restauración de la zona de conservación Ajustes al programa	Semestralmente
	Partículas suspendidas y Ruidos	Tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo este en operación sin uso, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible	Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario
Suelo	Calidad del suelo	Implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos y sus programas con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son los siguientes: • Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial • Programa de Manejo de Residuos Peligrosos	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	Diario
		Monitorear la detección de derrames de hidrocarburos u otras sustancias en las áreas del proyecto, para evitar su conducción al drenaje superficial	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
Hidrología	Calidad del agua	Detectar derrames de hidrocarburos o de cualquier sustancia en la zona del proyecto.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado	Semanalmente

						Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restaurar zonas afectadas	
		Contar con un Plan Integral de Manejo de Residuos, por Generación de Residuos y Uso de Sustancias Tóxicas.	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	Diario

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

VI.6. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.

En base al acuerdo mediante el cual se expide 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 VI. 17. Costos de referencia para compensación ambiental

CONCEPTO	ÁREA GEOGRÁFICA PARA EL SALARIO MÍNIMO VIGENTE	COSTO DE REFERENCIA PARA COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR ECOSISTEMA [MONTO ($) POR HECTÁREA]			
		TEMPLADO-FRÍO	TROPICAL	ÁRIDO Y SEMIÁRIDO	HUMEDALES
Actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento	A	9,447.08	7,795.08	5,951.63	11,295.08
	B	9,259.84	7,607.84	5,817.24	11,107.84
	C	9,092.44	7,440.44	5,697.09	10,940.44

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En el área del proyecto se cuenta solo con ecosistema Tropical, en una 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 VI. 18. Costo de la planta

ECOSISTEMA	COSTO DE PLANTA
Tropical	$220.00

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

II.- El precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga es de: $1,870.00 por kilómetro.
III.- El precio de la mano de obra, es el equivalente al salario mínimo vigente para cada área geográfica (smvz), determinado por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, por lo cual el valor es de:

Tabla VI. 19. Salario Mínimo.

ÁREA GEOGRÁFICA	MONTO DEL SALARIO MÍNIMO/POR JORNAL
A	$172.87

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Las cantidades para determinar los costos de referencia son las siguientes:

I.- La cantidad de plantas o densidad de plantaciones igual al número de plantas requerido por ecosistema para garantizar la restauración de acuerdo con la tabla:

Tabla VI. 20. Número de plantas por hectárea.

ECOSISTEMA	(NÚMERO DE PLANTAS POR HECTÁREA)
Tropical	1,260

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

II.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo la reforestación 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 VI. 21. Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento

Costo planta	$220.00
No. plantas/ha	1,260
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	$72.87
Precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga	$1,870.00
Total, por hectárea	$332,295.88

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento = (220.00*1,260)+(19*172.87)+(18*1,870)+(70*172.87)+(28*172.87)+(7*172.87)= $332,295.88 por hectárea.

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 VI. 22. Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

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 endémico 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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)

Donde:

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 1:30. Derivado que en el SA se tendrá una afectación de 0.1740 ha. De uso de suelo forestal. El área total por compensar es de:

C= (10*0.22*0.17)= 0.374 HA de suelo forestal

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. 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 fuera viable, se elaboró un presupuesto desglosado, por lo que se obtuvieron costos de acuerdo con elaboración propia y fuentes externas. De acuerdo con los documentos consultados se presenta la siguiente tabla, la cual muestra el costo de realizar cada actividad y la suma total de estos conceptos dando una cantidad de $610,504.56 (Seiscientos diez mil quinientos cuatro pesos 56/100 MXN); además, en la última columna se desglosa el costo.

Tabla VI. 23. Información para montos de fianza.

ACTIVIDADES	COSTO POR AÑO
Ejecución y supervisión de las medidas de mitigación enlistadas en la MIA-R	$59,615.43
Acciones para rescate y reubicación de flora	$33,802.56
Acciones para monitoreo y reubicación de herpetofauna	$20,611.17
Reparación de daños por la incorrecta ejecución de las medidas, programas y acciones ambientales	$109,397.37
Acciones de prevención de la contaminación atmosférica y ruido.	$52,240.32
Programa de reforestación	$29,814.81
Programa de conservación de especies de fauna y flora nativa (incluye acciones de rescate y reubicación)	$47,870.57
Programa de conservación de suelos y protección de cuerpos de agua	$95,473.79
Plan integral de manejo de residuos, por generación de residuos y uso de sustancias tóxicas	$67,345.76
Plan de seguimiento y control (monitoreo)	$65,761.34
TOTAL	$610,504.56

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Puente vehicular “El Róbalo” ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPÍTULO VII

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 3
VII.1. METODOLOGÍA PARA MODELAR LOS ESCENARIOS AMBIENTALES 4
VII.2. DIAGNOSTICO AMBIENTAL PARA LA MODELACIÓN DE ESCENARIOS 7
VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS 25
VII.3.1. Descripción del escenario actual 25
VII.3.2. Descripción y análisis del escenario tendencial sin proyecto 27
VII.3.3. Descripción y análisis del escenario con proyecto sin ejecutar medidas de mitigación 30
VII.3.4. Descripción y análisis del escenario con proyecto, ejecutando medidas de mitigación. 34
VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL 38
VII.5. CONCLUSIONES 39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII. 1 Indicadores de impacto ambiental establecidos para el proyecto 3
Tabla VII. 2 Formato matriz de impactos cruzados 5
Tabla VII. 3 Descripción de los valores en la brecha ambiental 6
Tabla VII. 4. Ponderación del Aire. 7
Tabla VII. 5. Ponderación del Suelo. 10
Tabla VII. 6. Ponderación de la Hidrología. 12
Tabla VII. 7. Ponderación de la Geomorfología. 14
Tabla VII. 8. Ponderación de la Vegetación. 16
Tabla VII. 9. Ponderación de la Fauna 18
Tabla VII. 10. Ponderación de la Presencia Antrópica 20
Tabla VII. 11. Tabla de ponderación de la calidad ambiental. 22
Tabla VII. 12. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental. 22
Tabla VII. 13 Ponderación inicial de la calidad ambiental para la modelación KSIM del Sistema Ambiental 25
Tabla VII. 14 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental, a corto, mediano y largo plazo, sin la construcción del proyecto. 27
Tabla VII. 15 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto y sin medidas preventivas y/o mitigantes. 30
Tabla VII. 16 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental a corto, mediano y largo plazo, con medidas de mitigación. 34

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VII. 1 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Aire). 9
Imagen VII. 2 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Suelo). 11
Imagen VII. 3 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Hidrología). 13
Imagen VII. 4 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Geomorfología). 15
Imagen VII. 5 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Vegetación). 17
Imagen VII. 6 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Fauna). 19
Imagen VII. 7 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Presencia Antrópica). 21
Imagen VII. 8 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto. 24

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental. 23
Gráfica VII. 2. Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo sin la construcción del proyecto 28
Gráfica VII. 3. Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo sin la construcción del proyecto 29
Gráfica VII. 4. Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la construcción del proyecto. 31
Gráfica VII. 5. Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la construcción del proyecto sin medidas de mitigación 32
Gráfica VII. 6. Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la ejecución de medidas de mitigación. 35
Gráfica VII. 7. Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la ejecución de medidas de mitigación 36

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En este capítulo se pretende realizar un análisis multifactorial el cual nos permita proyectar los posibles escenarios futuros dentro del sistema ambiental y área del proyecto, considerando las condiciones 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 vehicular "El Róbalo" ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado 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 describen a detalle en el capítulo V de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular y a continuación solo se presenta una lista general de estos.

Tabla VII. 1 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.
	Numero de organismos arbóreos propagados.
	Supervivencia de organismos arbóreos sembrados.
	Superficie rehabilitada con vegetación local.
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.	Numero 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Una vez establecidos 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.

VII.1. METODOLOGÍA PARA MODELAR LOS ESCENARIOS AMBIENTALES

Con base en la caracterización ambiental realizada para el proyecto (capítulo IV) 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 el SA descrito en el Capítulo IV, 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 VII. 2 Formato matriz de impactos cruzados

VARIABLE	GEOMORFOLOGÍA.	HIDROLOGÍA.	EDAFOLOGÍA	VEGETACIÓN	FAUNA	HÁBITAT.	ECONOMÍA.
Geomorfología.							
Hidrología.							
Edafología							
Vegetación							
Fauna							
Hábitat							
Economía.							

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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 del SA 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 al SA 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 al SA 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 expresarán en forma numérica las diferencias entre la longitud de las barras de cada factor analizado.

Tabla VII. 3 Descripción de los valores en la brecha ambiental

TIPO DE MODIFICACIÓN	BRECHA AMBIENTAL MILÉSIMAS	%	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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

VII.2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA MODELACIÓN DE ESCENARIOS

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Sistema Ambiental 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.

MEDIO ABIÓTICO.
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-2015 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.

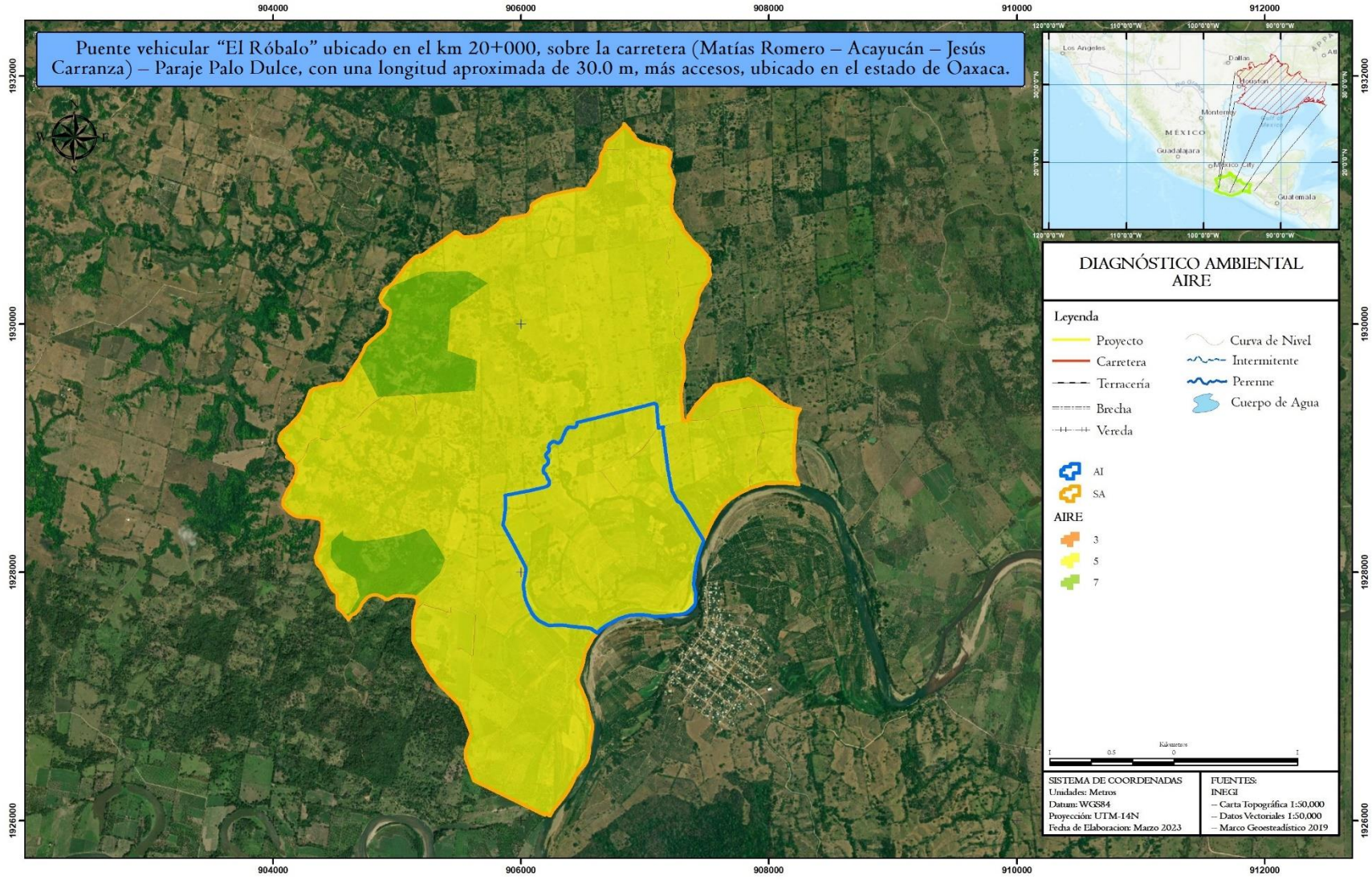
Tabla VII. 4. Ponderación del Aire.

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	Aire aceptable, emisiones de

		y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto.	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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen VII. 1 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Aire).



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

La imagen anterior señala que la zona de mejor calidad ambiental en lo que respecta al elemento aire, se tratan de todas las zonas prevalecientes de vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia con una buena calidad (7). Lo anterior obedece a que las selvas altas perennifolias son conocidas por su alta biodiversidad y por actuar como sumideros de carbono, lo que ayuda a reducir la concentración de dióxido de carbono en el aire. Además de que este tipo de vegetación puede contribuir a la retención de partículas suspendidas y al filtrado del aire. En segundo sitio de calidad ambiental el pastizal cultivado y la agricultura presentan una calidad regular/modificada (5). La ponderación anterior es dada debido a que, las actividades agrícolas asociadas, como el uso de maquinaria agrícola y la aplicación de fertilizantes o pesticidas, pueden contribuir a la emisión de contaminantes atmosféricos, como partículas finas, gases y compuestos orgánicos volátiles. En tercer sitio, las brechas y las veredas presentan una ponderación catalogada como mala con (3) con emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas.

SUELO.

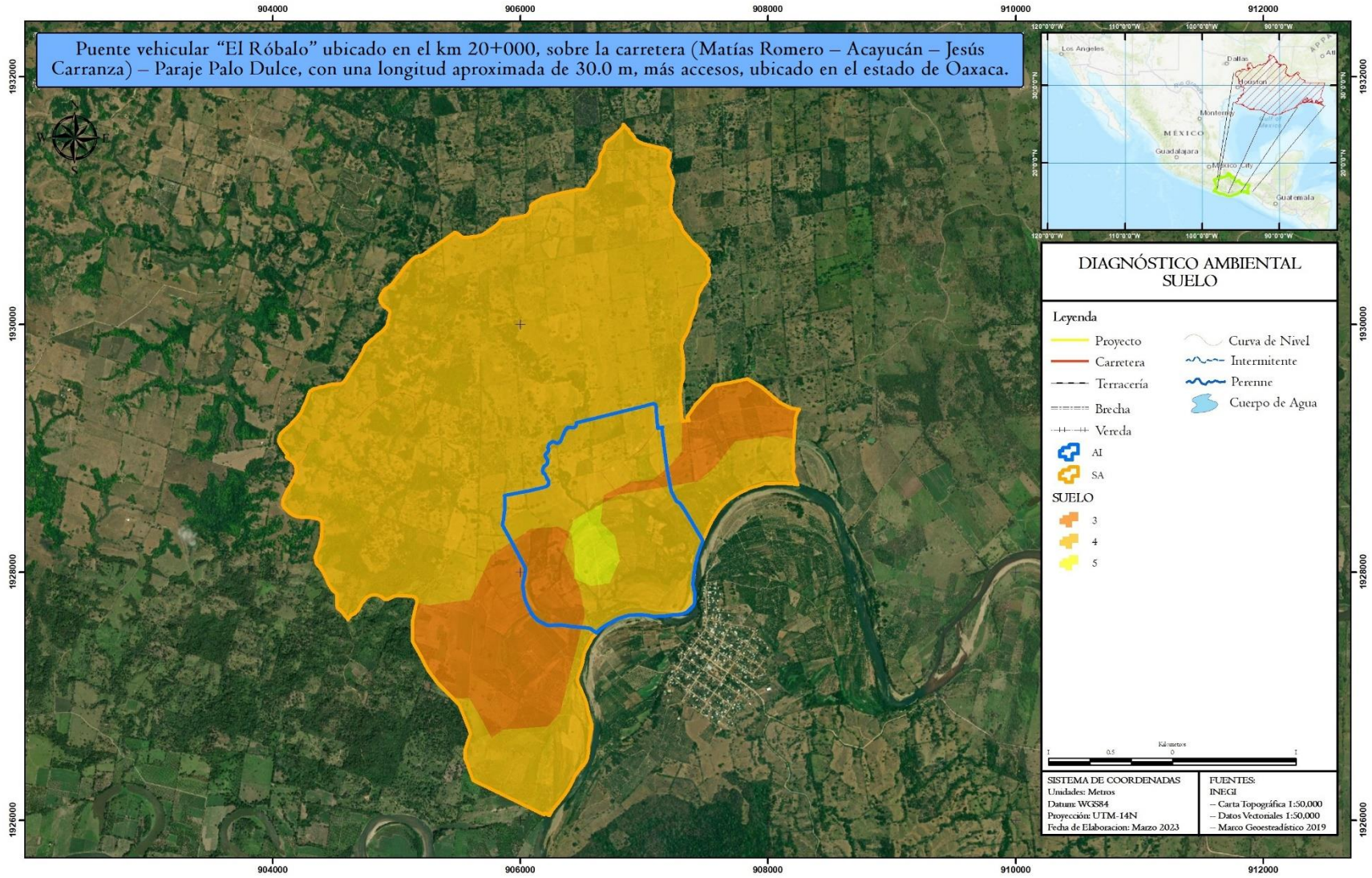
En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador. El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla VII. 5. Ponderación del 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen VII. 2 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Suelo).



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En el Sistema Ambiental se presentan suelos acrisoles de textura fina, los cuales son suelos que se encuentran en áreas tropicales y subtropicales con alta precipitación. Son suelos ácidos y presentan una baja fertilidad natural debido a la lixiviación intensa y la erosión. La compactación y la pérdida de suelo son problemas comunes en estos suelos. El manejo adecuado y las prácticas de conservación son esenciales para mantener y mejorar la productividad de los Acrisoles y preservar su sostenibilidad a largo plazo. Además, el Sistema presenta erosión hídrica laminar leve y moderada. Tomando en consideración lo anterior, el Sistema presenta 3 tipos de evaluaciones, siendo la mejor ponderación la calidad regular/modificada (5), con erosión media; le sigue la calidad moderada (4) con erosión media y, finalmente, se presenta una calidad mala (6) con erosión severa.

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.

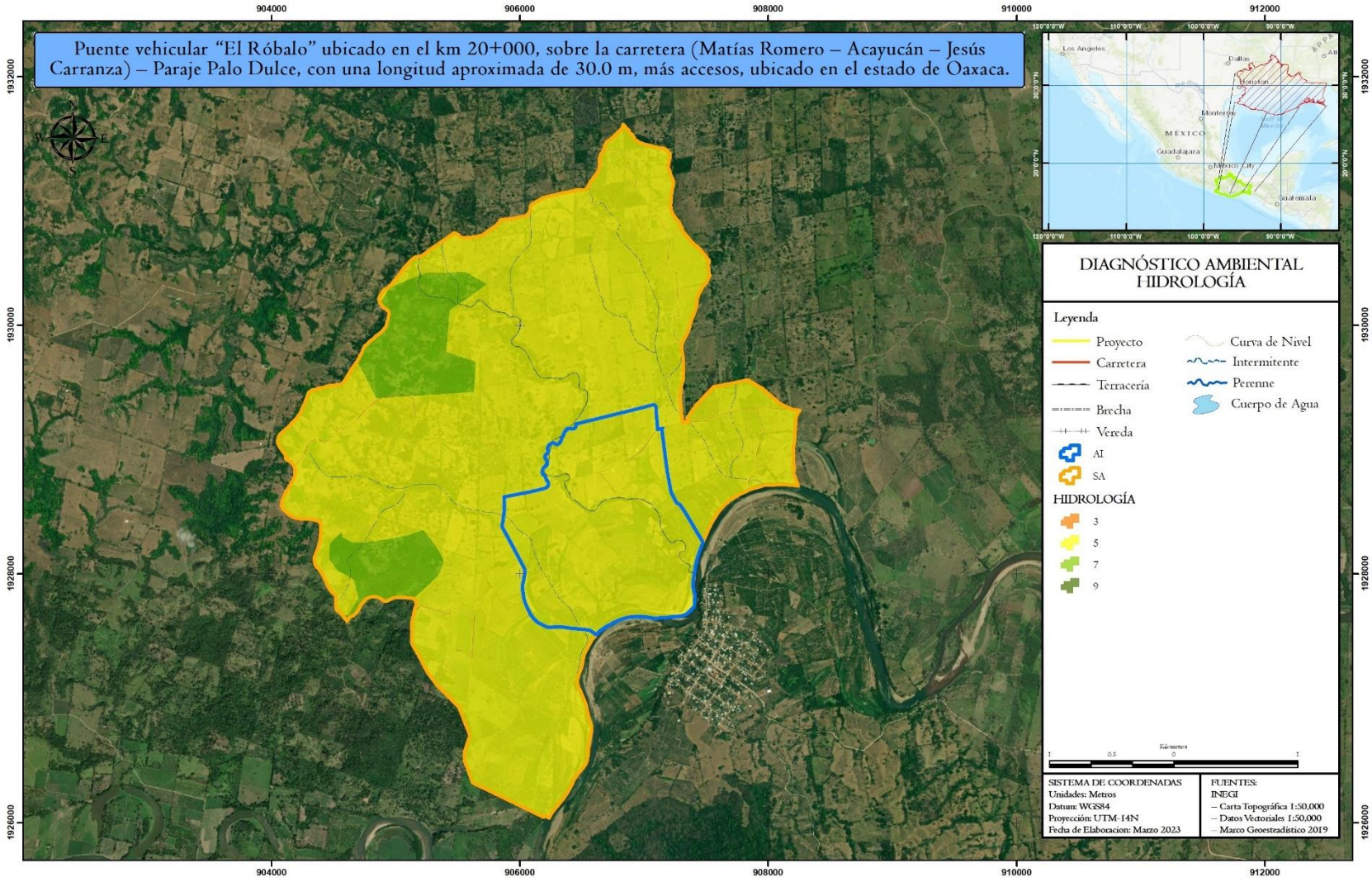
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla VII. 6. Ponderación de la 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen VII. 3 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Hidrología).



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023

Como se puede apreciar en la imagen anterior gran parte de la zona del parteaguas presenta la mayor ponderación con las corrientes y cuerpos de agua con la máxima capacidad de infiltración (9). En segundo sitio se localiza la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia con una ponderación igual a 7 (buena) con 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. Enseguida se ubican las zonas de los pastizales cultivados y las zonas agrícolas con 5 (regular/modificada), lo cual obedece a que el agua es contaminada por excretas ganaderas directamente a través de escurrimientos, infiltraciones y percolación profunda en las granjas, e indirectamente por escorrentías y flujos superficiales desde zonas de pastoreo y tierras de cultivo. El nitrógeno es abundante en el estiércol, y está relacionado con la contaminación de aguas subterráneas por la lixiviación de nitrato a través del suelo, mientras que el fósforo del estiércol está relacionado con la contaminación de aguas superficiales. Las brechas, veredas con 3 (mala), con capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua y escasa retención de agua.

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.

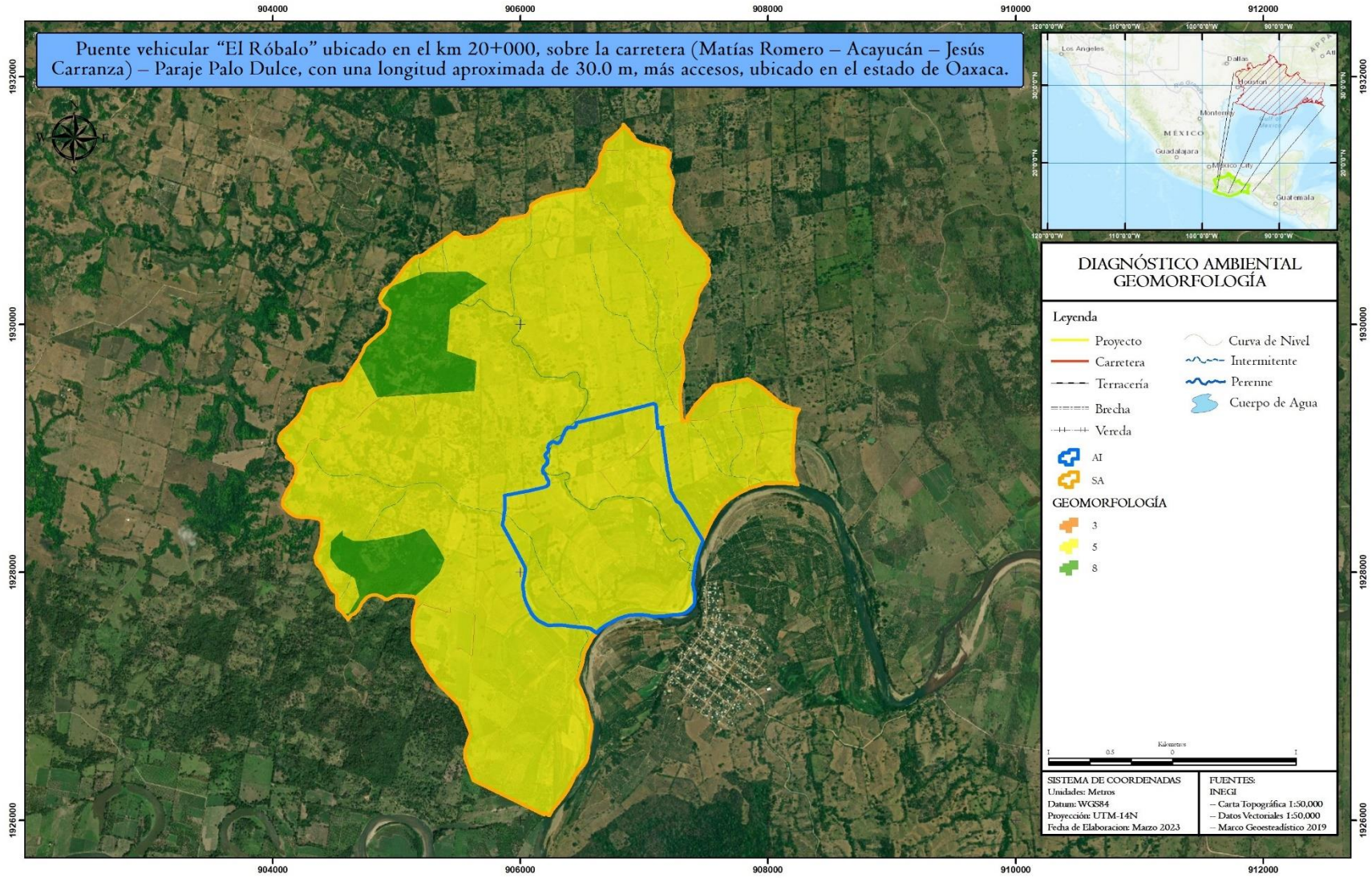
Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

Tabla VII. 7. 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen VII. 4 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Geomorfología).



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Como se describió oportunamente en apartados anteriores, El Sistema Ambiental, junto con el Área de Influencia del trazo del proyecto pertenece a la Llanura Costera Veracruzana. Esta es una región ubicada en el sureste de México, que se extiende desde el sur del estado de Veracruz hasta la península de Yucatán, abarcando también el norte de Tabasco y el este de Campeche. Esta provincia se encuentra en la costa del Golfo de México, y es una de las regiones más importantes del país en términos de producción agrícola, ganadera y pesquera. Asimismo, el Sistema Ambiental junto con el Área de Influencia se asienta sobre la Subprovincia Llanura Costera Veracruzana, esta subprovincia fisiográfica se caracteriza por tener una topografía relativamente plana, con una altitud promedio de entre 10 y 100 metros sobre el nivel del mar. La llanura costera está conformada por una serie de terrazas aluviales, que se han formado por los sedimentos depositados por los ríos que desembocan en el Golfo de México. Para el caso particular del Sistema Ambiental, éste presenta altitudes que oscilan entre los 220 msnm hasta los 400 msnm. El lomerío es un tipo de relieve caracterizado por la presencia de colinas suaves y redondeadas, que se encuentran dispersas en un paisaje ondulado. Estas colinas suelen tener pendientes suaves y están separadas por pequeños valles o depresiones.
Las zonas mejor evaluadas en el elemento geomorfología se tratan de las zonas mejor conservadas se tratan de la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia y los cauces y cuerpos de agua con ponderación igual a 8 (muy buena), enseguida con evaluación igual a 5 (regular/modificada) pertenecen a las áreas agropecuarias. Después los caminos tipo vereda y brecha, aunado a la localidad rural antes mencionada con puntuación equivalente a 3 (mala).

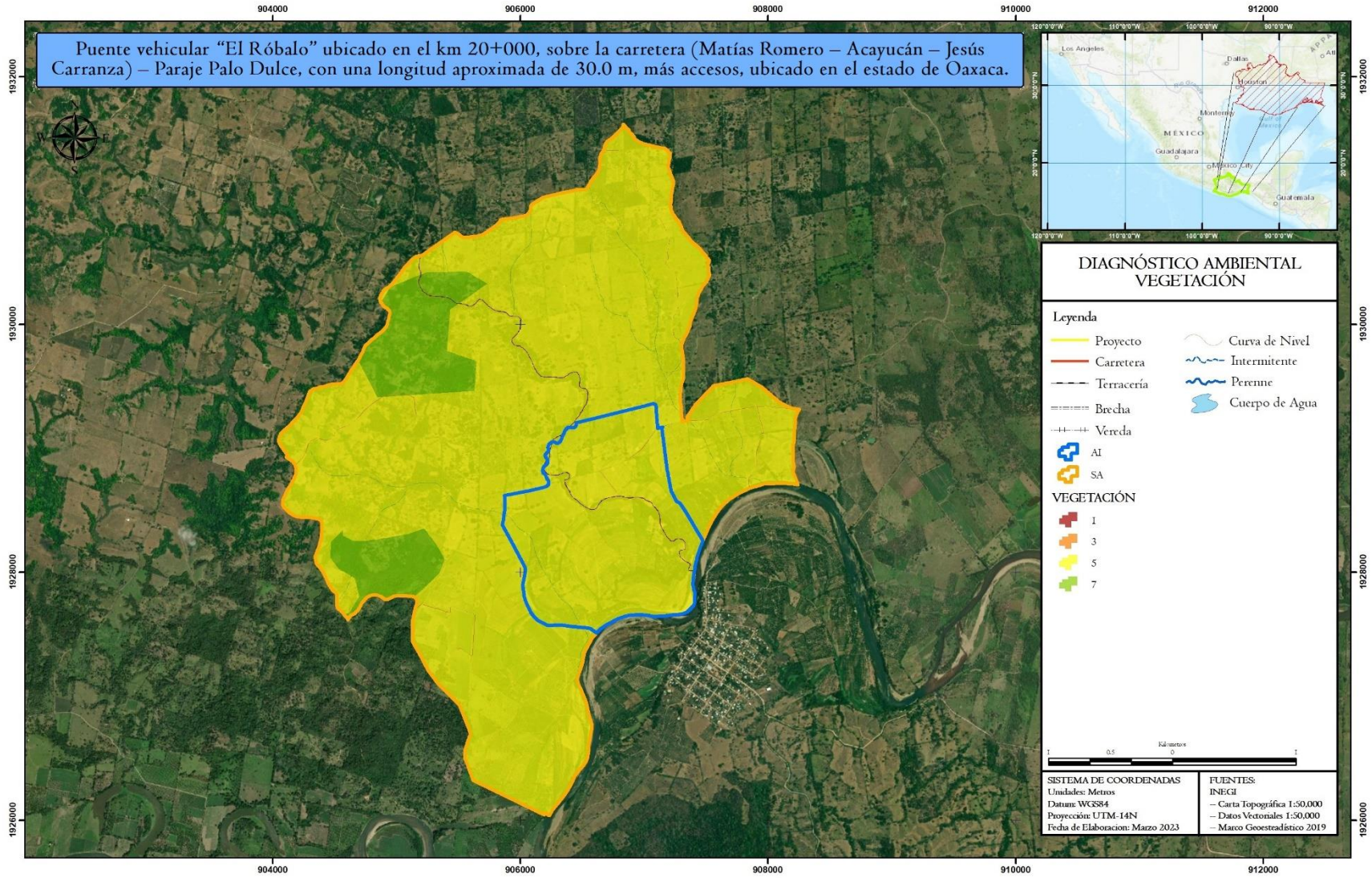
MEDIO BIÓTICO.
VEGETACIÓN.
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

Tabla VII. 8. 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen VII. 5 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Vegetación).



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

De acuerdo con lo exhibido en el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un paisaje completamente modificado por las actividades antropogénicas, principalmente por las actividades agropecuarias además de las vías de comunicación como son los caminos, junto con la localidad Rural Los Ángeles, En lo que antes se presume existían grandes extensiones de selva alta perennifolia han sido parcialmente cambiados con fines agropecuarios. Tomando esto en consideración se tiene que, la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia presenta la mayor ponderación igual a 7 (buena). Le siguen las zonas agropecuarias presentan una ponderación igual a 5 (regular/modificado). Los caminos tipo brecha y vereda con ponderaciones con 3 (mala). Finalmente, la localidad rural presenta la menor ponderación de 1=degradado. Todo verificable en la imagen anterior.

FAUNA.

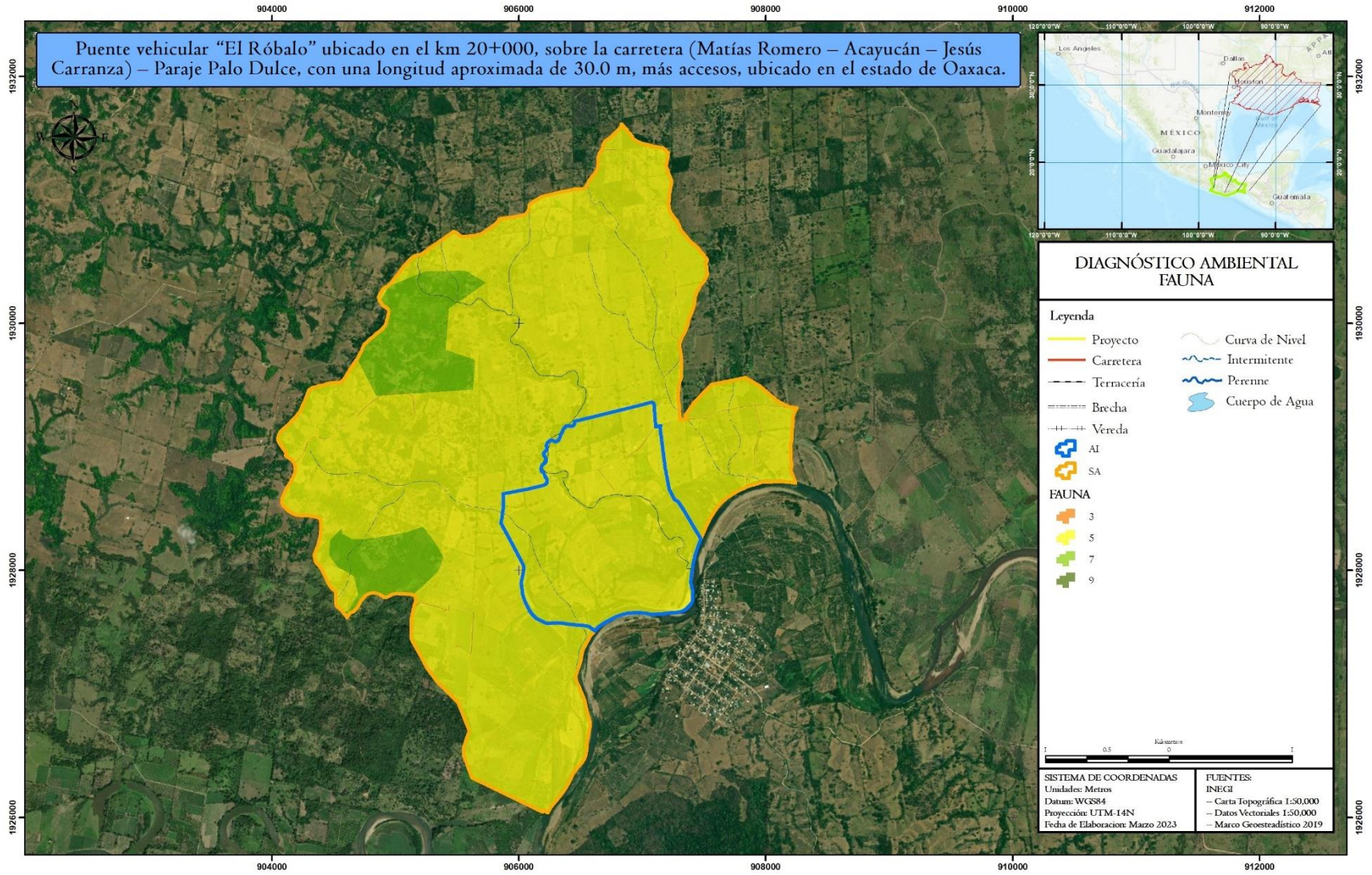
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea 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 VII. 9. 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen VII. 6 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Fauna).



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen los cauces y los cuerpos de agua el con 9 (muy buena) en donde se colige existen mejores condiciones para la subsistencia de la fauna, con mayores recursos. A continuación, se ubica la vegetación secundaria de selva alta con 7 (buena). Le sigue el pastizal cultivado agricultura con 5 (moderada) y el resto de vías de comunicación, que presentan la menor ponderación de 3 (mala), en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas, veredas) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por los caminos por el "efecto trampa"), niveles más altos de perturbación y estrés, junto con la pérdida de refugios, con reducción o pérdida de hábitat, por mencionar algunas consecuencias de la existencia de este tipo de vías de comunicación y sus efectos directos sobre la fauna del lugar.

PRESENCIA ANTRÓPICA.

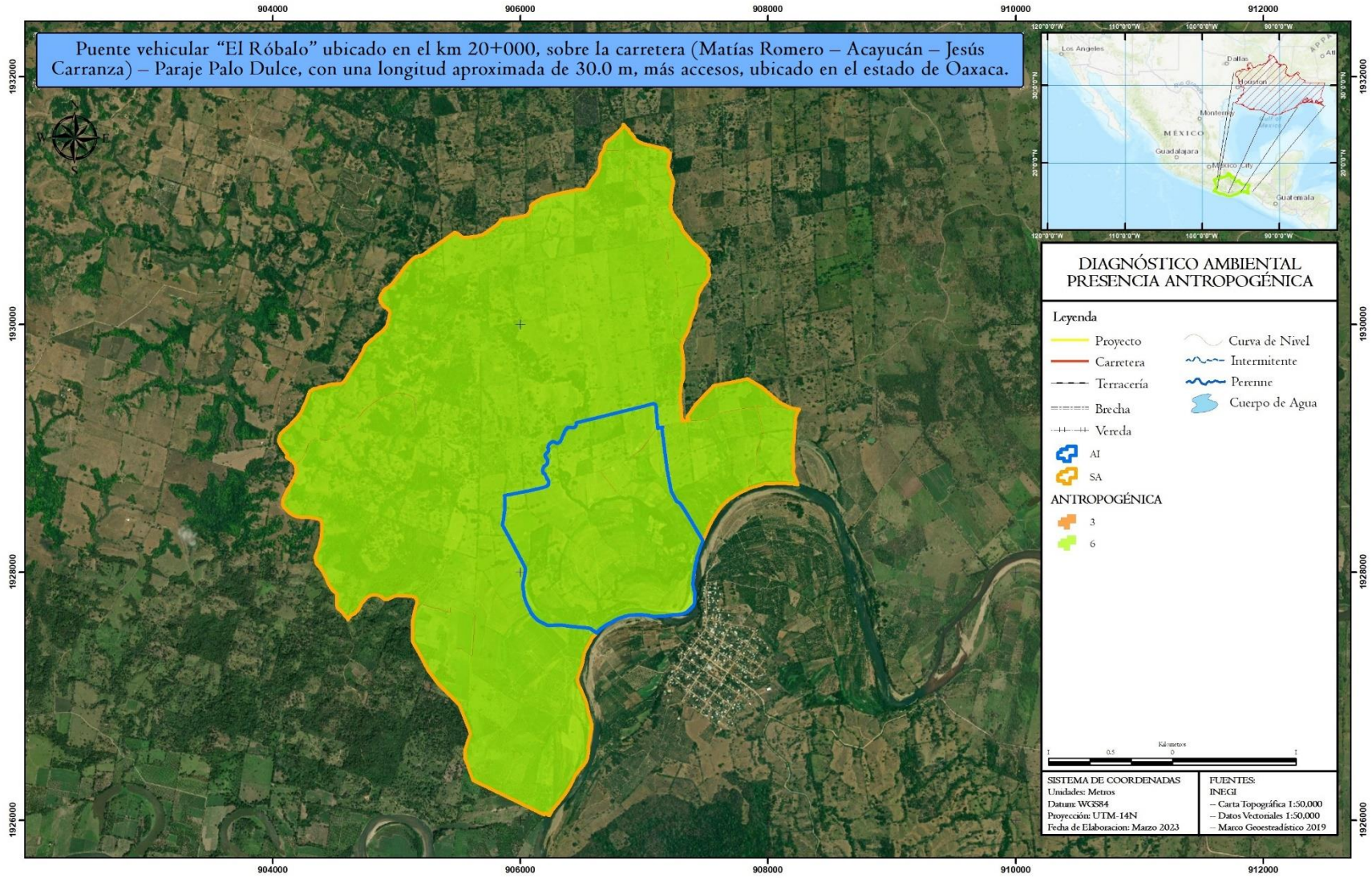
Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas del matorral, 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 VII. 10. 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: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Imagen VII. 7 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental (Presencia Antrópica).



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En la anterior imagen podemos atisbar que la mayor superficie del Sistema Ambiental buena calidad ambiental en lo que se refiere a la presencia antropogénica, con brechas, veredas, y con una moderada presencia antrópica con una localidad rural cercana.

Para el análisis del diagnóstico ambiental se utilizó el álgebra de mapas. El álgebra de mapas contiene el conjunto de procedimientos que permiten analizar capas ráster y extraer información a partir de ellas, para el presente estudio se requirió a la ayuda del programa ArcGIS 10.3.1, para manejar esta información. La información contenida en las capas es susceptible de analizarse para la obtención de otras capas referentes al mismo espacio geográfico, pero que contengan distinta información derivada de aquella. El álgebra de mapas es el conjunto de procedimientos y métodos que permiten llevar a cabo dicho análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas. Se entiende por *álgebra de mapas* el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes. Los procedimientos que se aplican sobre información geográfica en formato vectorial son por regla general clasificados dentro de otros bloques de conocimiento, como es por ejemplo el caso de las operaciones geométricas sobre datos vectoriales. Mediante este método, primero se evaluó cada factor individualmente, una vez realizado esto, se procedió a generar información de tipo ráster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un ráster único, para finalmente crear un shape con la información requerida. Al final se obtuvieron los siguientes resultados: rangos que oscilan entre los 7 y los 63 puntos, en los que, se clasificó de acuerdo con los menores valores posibles a obtener y los mayores, es decir el valor menor posible de obtener de acuerdo con las ponderaciones de cada atributo son 7, la menor puntuación y 63 la mayor puntuación. Ahora bien, rangos que oscilan entre 7 y 17 señalan una muy mala calidad ambiental, valores entre los 18 y los 29 son considerados de mala calidad ambiental, en tanto que valores que oscilan entre los 30 y los 41 indican una calidad ambiental regular, valores que van de los 42 a los 53 puntos señalan una buena calidad ambiental, mientras que los valores que van de 54 a 63 indican una excelente calidad ambiental. Los posibles valores por obtener se presentan en la siguiente tabla:

Tabla VII. 11. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
7-17	Muy mala	
18-29	Mala	
30-41	Regular	
42-53	Buena	
54-63	Excelente	

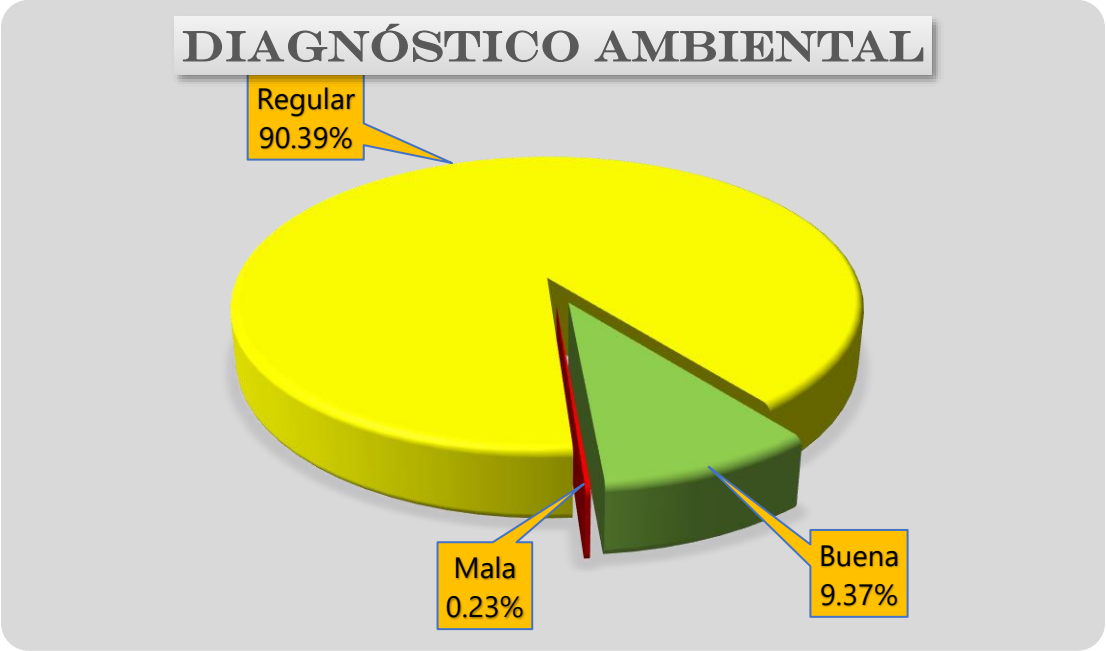
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Tabla VII. 12. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	16.54	0.00	0.00%
18-29	1.08	2.74	0.23%
30-41	0.12	1,061.11	90.39%
42-53	121.98	110.02	9.37%
54-63	0.00	0.00	0.00%
TOTAL	139.72	1,173.87	100.00%

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental.

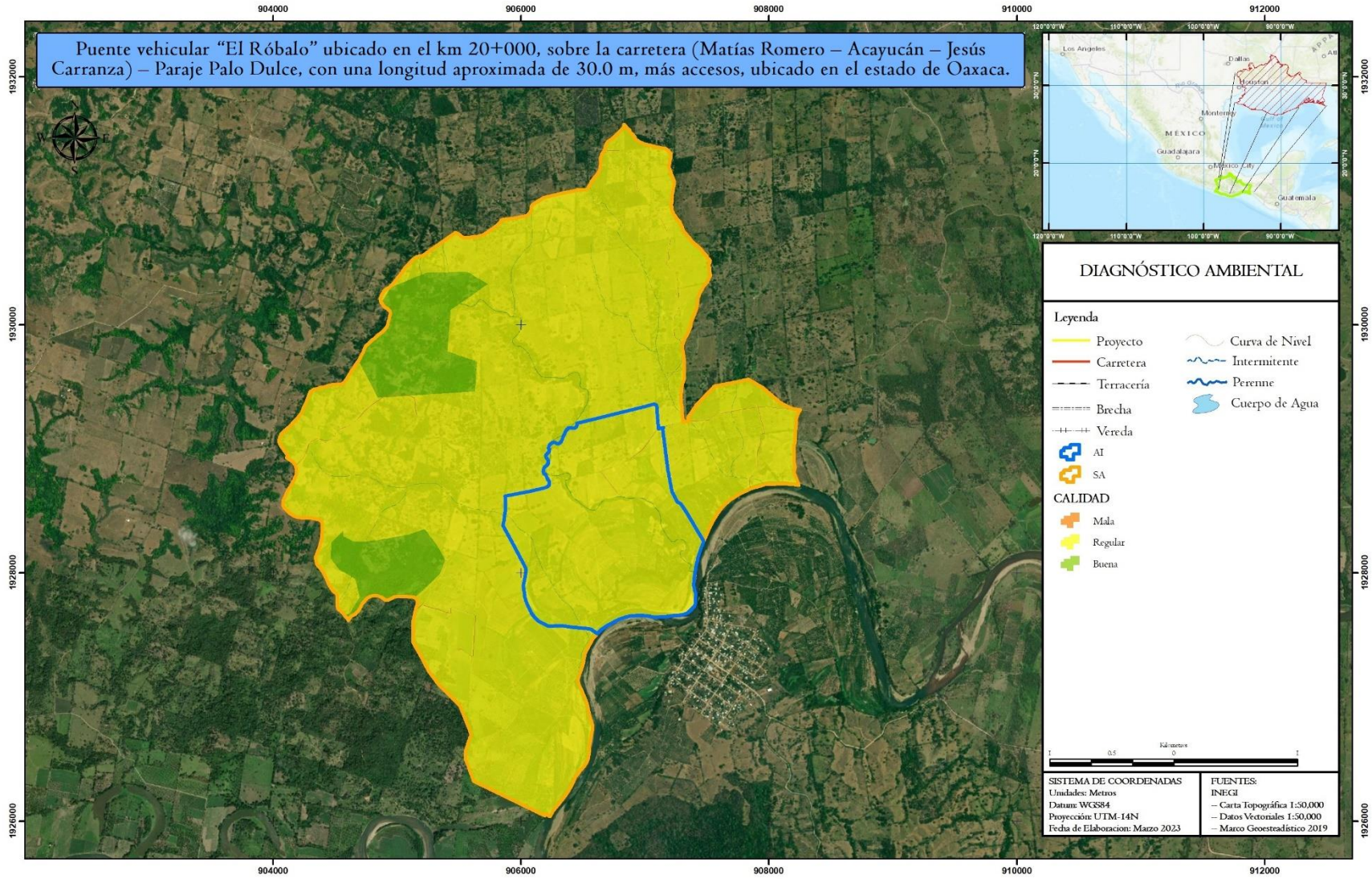


Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como regular, esto es, con el 90.39%, que es equivalente a 1,061.11 hectáreas, dichas zonas son congruentes con toda la zona agropecuaria, Enseguida se ubica la calidad ambiental designada como buena que abarca un 9.37% que corresponde con la vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia, que corresponden con 110.02 hectáreas. Finalmente, la menor representatividad es la calidad ambiental designada como mala que corresponde con todas las vías de comunicación presentes y existentes en el Sistema Ambiental que ocupan un total de 2.74 hectáreas, es decir el 0.23%. En conclusión, las características biológicas del Sistema Ambiental se ven afectadas de manera directa por diversos factores, de los cuales, los más importantes son: el total cambio de uso de suelo con la finalidad de establecer nuevas zonas de pastoreo y de agricultura.

Durante las diversas actividades de la construcción del Puente Vehicular generarán impactos ambientales cuya área de influencia variará de acuerdo con el impacto generado, y a la forma en que la constructora ejecute los trabajos. Sin embargo, el área de influencia del proyecto en general es menor o igual a la del Sistema Ambiental ya que existen tanto factores locales como foráneos que inciden en la problemática ambiental regional, sin embargo, la mayor parte de los impactos ambientales son mitigables a escala local y regional, mediante las medidas de mitigación que serán propuestas. Al ya existir actividades antrópicas en la zona, se espera la calidad del paisaje con el proyecto mantenga las características representativas de ésta. Sin embargo, sí existirán impactos adversos, sobre todo en la etapa constructiva, por lo que el proyecto Puente Vehicular, en la población Los Ángeles, considera diferentes prácticas de preservación del ecosistema, enfocadas principalmente a proteger la calidad de agua y reducir la acumulación de sedimentos en los curso de agua del cauce intermitente, minimizar los impactos al terreno y el entorno, controlar la erosión y proteger áreas expuestas, proteger las zonas sensibles, reducir los impactos en los ecosistemas y reducir el desperdicio de materiales, aplicar acciones de reforestación utilizando especies nativas, etc. Dichas medidas se presentan en el Capítulo VI de este documento.

Imagen VII. 8 Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

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 del SA, 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, Hábitat, 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 del Sistema Ambiental:

Tabla VII. 13 Ponderación inicial de la calidad ambiental para la modelación KSIM del Sistema Ambiental

VARIABLE.	CALIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Geomorfología.	0.5	El municipio de Matías Romero Avendaño se encuentra inmerso en las subprovincias Sierras Orientales, Llanura Costera Veracruzana y Sierras del Sur de Chiapas, pertenecientes a las provincias de la Sierra Madre del Sur, Llanura Costera del Golfo Sur y Cordillera Centroamericana respectivamente. La subprovincia fisiográfica Sierras Orientales es una región montañosa ubicada en el este de México, que se extiende desde el noreste de Coahuila hasta el sureste de Oaxaca. Esta subprovincia forma parte de la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, y se caracteriza por tener una topografía accidentada con numerosas sierras, valles, mesetas y cañones.
Hidrología.	0.6	Matías Romero Avendaño pertenece a la Región Hidrológica Coatzacoalcos. Asimismo, el municipio pertenece a la Cuenca Hidrológica RH29B R. Rio Coatzacoalcos, la cual abarca toda la superficie municipal. Además de ello el municipio se encuentra dentro de las Subcuencas Hidrológicas del RH29Bg R. Palo Grande con 31,21% de la superficie municipal, le siguen la RH29Ba R. Coatzacoalcos con 29,61%, la RH29Bh R. Tolosa con 18,54%, RH29Bd R. Jaltepec que alcanza un 14,06% y por último la subcuenca RH29Bi R. Chachijapa con 6,58% del territorio municipal.
Edafología	0.5	En el municipio de Matías Romero Avendaño dominan los suelos de tipo Acrisol (35.27%), Regosol (26.59%) y Cambisol (20.20%) de textura fina, media y media, respectivamente. Es necesario señalar, que el municipio cuenta con nueve tipos de suelo a lo largo de su superficie, sin embargo, seis de estos suelos una pequeña fracción del área municipal, estos representan un porcentaje menor al 10% por cada tipo.
Vegetación	0.5	Se registraron en el SA del proyecto, 37 especies de 36 géneros y 21 familias. Las familias con mayor riqueza de especies fueron, Fabaceae (6), Malvaceae (4) y Poaceae (4), contaron con el 45 % del total de las especies registradas en el mismo. Las especies con mayores densidades fueron *Panicum maximum (*89 individuos), *Andropogon gayanus* (52) y *Citrus sinensis* (50 individuos), estas representan el 32 % del total de los individuos registrados. Entre las especies raras (aquellas con menos de individuos) se registraron a *Luehea speciosa* (1 individuo) y *Coccoloba barbadensi* (2 individuos). En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.95, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 3.25

Fauna	0.5	Se registraron en el SA del proyecto, 88 especies de 74 géneros, 39 familias y 22 órdenes. Las familias con mayor riqueza de especies fueron, Ardeidae (10), Tyrannidae (9) y Icteridae (7) contaron con el 32% del total de las especies registradas en el mismo. Las especies con mayores densidades fueron Garza Ganadera (*Bubulcus ibis*) con 52 individuos, Pijije Alas Blancas (*Dendrocygna autumnalis)* con 22 organismos y Golondrina Tijereta (*Hirundo rustica*) con 22 ejemplares, estas representan el 21.5% del total de los individuos registrados.
Hábitat.	0.6	El proyecto tiene un potencial moderado de capacidad de acogida ecológica, ya que las zonas analizadas recaen en la categoría 3, corresponde a una calidad y fragilidad media, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables. Se establece que, 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.
Economía.	0.5	Las actividades económicas dentro del SA se dan en gran medida debido a las actividades de comercio al por menor, destacando las actividades primarias, como lo es la agricultura y ganadería en un menor porcentaje, se trata de zonas con amplio grado de marginación y pequeñas localidades rurales muy aisladas de los grandes núcleos poblacioneles.

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Para plantear el escenario actual es importante señalar que el área del proyecto y su Sistema Ambiental (SA) lo ocupan atributos ambientales que se han modificado a lo largo del tiempo debido a factores naturales y antrópicos, que han acelerado los procesos erosivos naturales, principalmente en lo que se refiere a la calidad y cantidad del suelo.

Como ya se ha hecho referencia, la tendencia del SA, 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 primaria vegetativa, existe pérdida de suelo por lo que, se ha mermado la dinámica natural del ecosistema en el SA, sobre todo en zonas con manchones de agricultura o de asentamientos humanos, haciendo énfasis en el desplazamiento de fauna, erosión del suelo y disminución de la cobertura vegetal.

En la zona del proyecto los impactos existentes refieren al uso de suelo actual, el paso de vehículos y la deforestación. De esta manera se puede concluir que gran parte del área del proyecto, así como su zona de influencia presenta un impacto ocasionado previo a la introducción del proyecto, provocando en su mayoría por actividades antropogénicas. Asimismo, se muestra que en algunas zonas se presentan indicios con tendencia hacia la recuperación, mientras en otros se tienen indicios de degradación, por lo cual se aconseja que los programas de rehabilitación, reforestación se lleven a cabo con sumo detalle, durante todas sus etapas, con la finalidad de conservar mejor la zona.

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 del Sistema Ambiental, sin la incorporación de la infraestructura carretera (Puente) y la modernización de sus accesos se proyecta una paulatina disminución de la calidad ambiental de la zona, ya que existe una necesidad inminente en cuanto a servicios e infraestructura se refiere y al contar con infraestructura vial en malas condiciones, la presión al medio irá en incremento pues como consecuencia aumentará el tránsito vehicular. 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 VII. 14 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental, a corto, mediano y largo plazo, sin la construcción del proyecto.

ATRIBUTO DEL SISTEMA	CALIDAD AMBIENTAL 2023 (ACTUAL)	AÑO DE LA MODELACIÓN SIN PROYECTO					
		2028		2038		2053	
		CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL
Geomorfología	0.5	0.492	0.008	0.476	0.016	0.462	0.014
Hidrología	0.6	0.592	0.008	0.575	0.017	0.560	0.015
Suelo	0.5	0.493	0.007	0.479	0.014	0.468	0.011
Vegetación	0.5	0.494	0.006	0.482	0.012	0.473	0.009
Economía	0.5	0.504	-0.004	0.513	-0.009	0.520	-0.007

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

La problemática ambiental actual es particularmente aguda dadas sus condiciones ecológicas (otorgada por la inestabilidad natural, las limitantes geomorfológicas, la impredecibilidad climática la estacionalidad y las condiciones geológicas entre otros) y marginación social (La totalidad de localidades beneficiadas se ubican en marginación alta y muy alta). Las políticas de desarrollo económico y la marginación social permiten los procesos productivos del subsistema económico y propician deforestación.

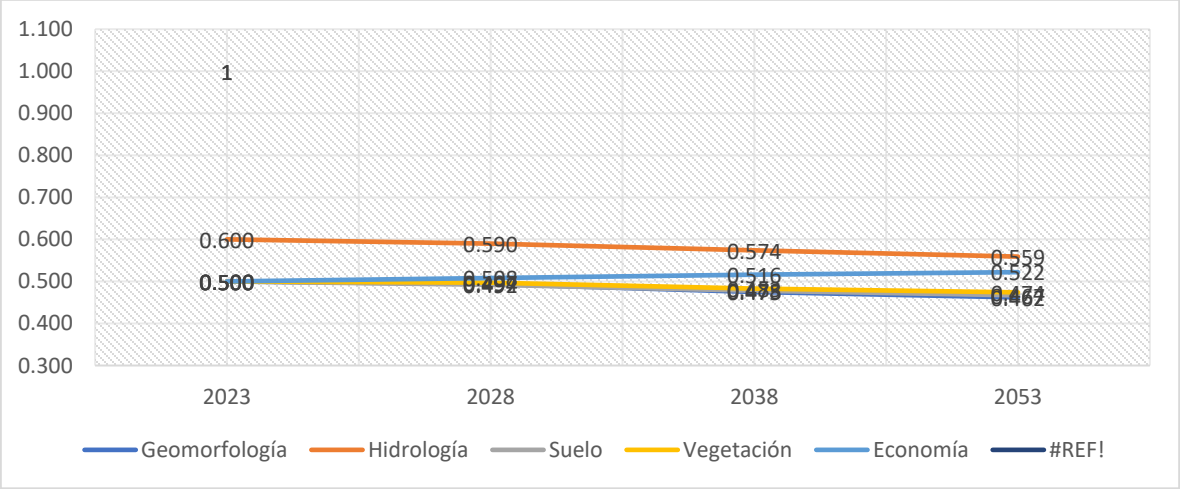
Con base en lo anterior, se realizó la modelación de un escenario a futuro donde no se realice la inserción del proyecto y se obtuvo que la brecha ambiental a corto plazo en 5 años pronostica una degradación ambiental lenta y progresiva, esto en función de la interacción del medio natural con las acciones antrópicas generadas hasta ahora en la zona del SA.

En los primeros 5 años la brecha ambiental tiene unos rangos desde -4 a las 8 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 de nuestro medio, proyectando 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 -9 a 17 milésimas, lo que indica que la existencia de modificaciones parciales sobre los atributos naturales comparado con el corto plazo, como son la geomorfología, la hidrología y la edafología serían los más impactados. En este sentido el recurso económico se vería impactado negativamente por la falta de infraestructura de calidad en el municipio.

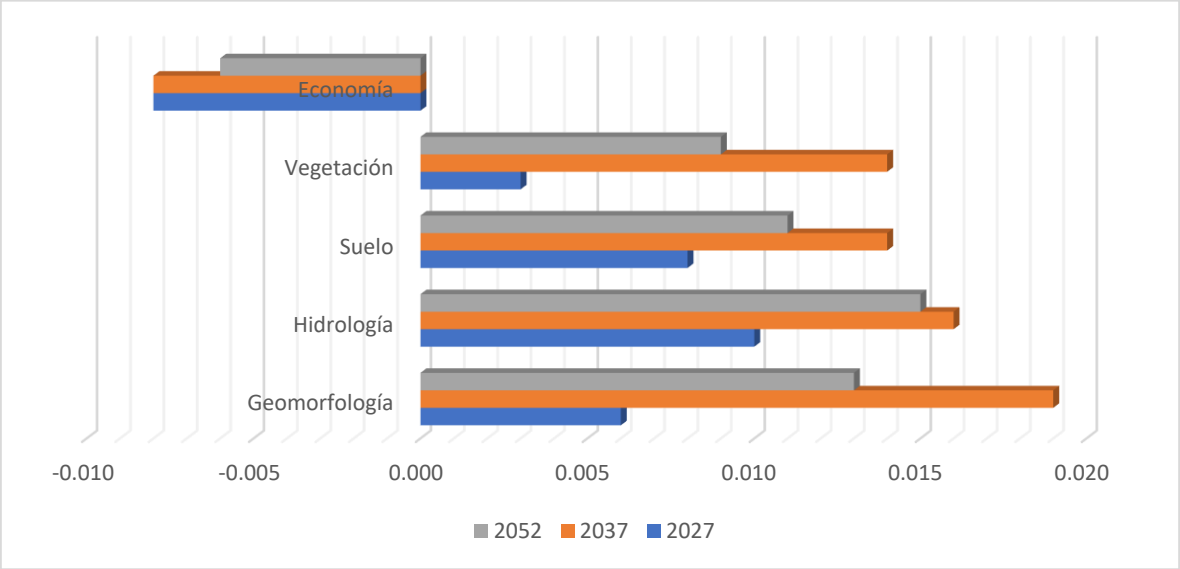
El escenario a largo plazo (30 años) nos muestra que la brecha ambiental oscilará entre -07 y 15 milésimas, lo que indica que los más afectados serán la hidrología y la geomorfología. Con menor impacto se verá el hábitat y la edafología. Es importante mencionar que las tendencias del impacto negativo sobre la economía están en función de las condiciones actuales de la zona del SA y obedecen al comportamiento registrado a la fecha.

Gráfica VII. 2. Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo sin la construcción del proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Gráfica VII. 3. Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo sin la construcción del proyecto



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

De acuerdo con lo que arroja la simulación realizada y como se muestra en las gráficas anteriores, se espera que la tendencia del medio del SA continúe hacia una degradación continua toda vez que en la región se carece de instrumentos normativos 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 del SA, ya que este disminuirá en calidad y cantidad debido a los cambios de uso sumados a los procesos erosivos naturales. El SA presenta erosión media debido al impacto antrópico que se ha dado a la vegetación existente.

En el sitio del proyecto los impactos ambientales causados a la vegetación por actividades humanas son medios debido a la poca presencia de localidades, caminos y brechas que han impactado y favorecido el bajo 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 media. 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 actualmente existe una carretera, 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 mayor tiempo en el recorrido o en su caso parar la operación del camino debido a los riesgos que representa transitar o cruzar sobre un sitio con infraestructura en malas condiciones: mayor índice de accidentes, aumento en índices de rezago, falta de acceso a servicios de calidad, entre otros. 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 del SA delimitado para el 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 el SA descrito en el Capítulo IV, así como los impactos ambientales descritos en el Capítulo V 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 y modernización de sus accesos, pero sin ejecutar medidas de mitigación.

Tabla VII. 15 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto y sin medidas preventivas y/o mitigantes.

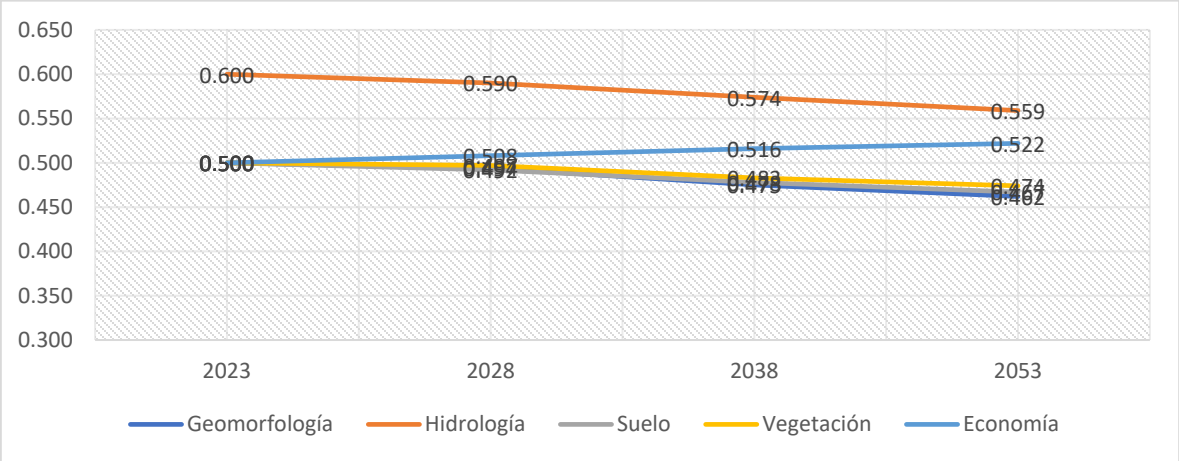
ATRIBUTO DEL SISTEMA	CALIDAD AMBIENTAL 2023 (ACTUAL)	AÑO DE LA MODELACIÓN CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACION					
		2028		2038		2053	
		CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL
Geomorfología	0.5	0.493	0.007	0.475	0.018	0.461	0.014
Hidrología	0.6	0.590	0.01	0.573	0.017	0.558	0.015
Suelo	0.5	0.491	0.009	0.477	0.014	0.466	0.011
Vegetación	0.5	0.496	0.004	0.482	0.014	0.473	0.009
Economía	0.5	0.508	-0.008	0.516	-0.008	0.522	-0.006

Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Mediante la ejecución de la modelación y con base en la tendencia de los factores ambientales analizados, en un escenario donde se implante el proyecto y no se ejecuten medidas preventivas y mitigantes, la tendencia de degradación para el Sistema Ambiental continuará y acelerará, ya que la integración del proyecto producirá efectos principalmente en el suelo, la hidrología y la vegetación; asociadas al movimiento de materiales para la instalación del puente que es el objetivo del proyecto.

La gráfica siguiente 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 municipal, ampliando la "brecha ambiental" de acuerdo con el valor asignado al escenario actual del SA; 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 VII. 4. Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la construcción del proyecto.



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

La realización del proyecto sin la integración de medidas preventivas y mitigantes producirá efectos mínimos sobre la geomorfología considerando que actualmente el sitio se encuentra impactado por acciones antrópicas. En este sentido, el principal factor ambiental que se afectará será el suelo, ya que debido a los cortes que se harán en las zonas para pilotes, así como las excavaciones y perforaciones necesarias para la instalación de las zapatas y pilotes, habrá movimiento de tierras y nivelación.

Con la integración del Proyecto y sin aplicar las medidas necesarias para su conservación, se obtiene una brecha ambiental para el año 2028 de -9 milésimas que aumenta en el mediano en plazo (2038) a un valor de 14 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 2048, existiría un deterioro ambiental mayor, con una brecha ambiental de 11 milésimas.

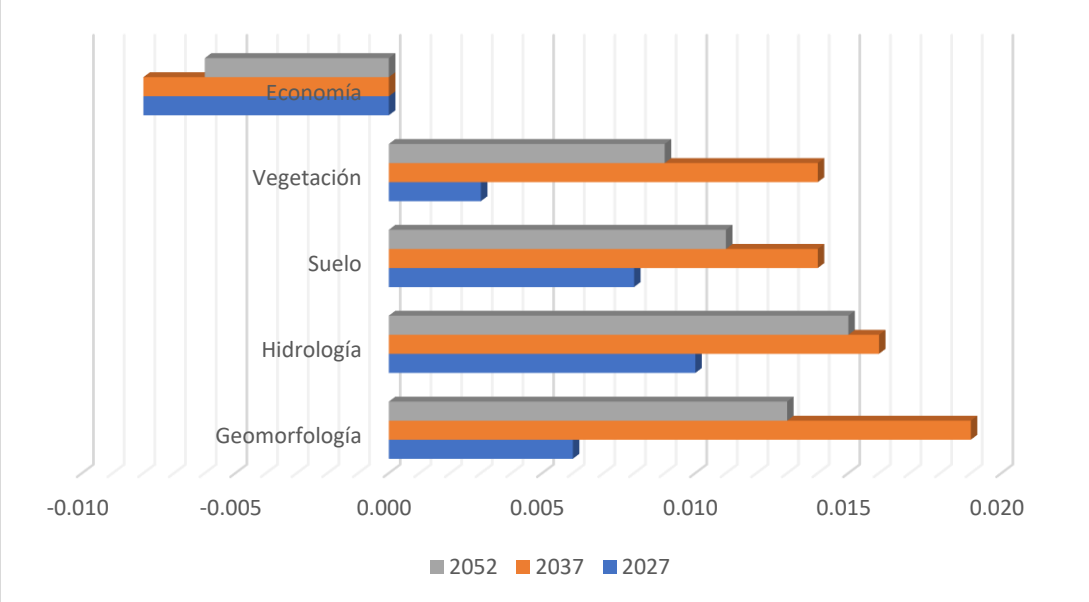
Respecto al factor hidrológico, existirá una brecha ambiental de 10 milésimas para el año 2028, lo cual refiere a un ligero cambio negativo. Para el año 2048 esta brecha será mayor en 17 milésimas, debido a la pérdida de condiciones hidrológicas por falta de acciones de mantenimiento al cauce como desazolve y retiro de residuos que se depositarán principalmente por los usuarios. Asimismo, este cambio, podrá verse más afectado si aumentan los asentamientos humanos. las actividades agrícolas y/o de manejo de recursos naturales.

Con relación a la modelación realizada, se observa que la calidad ambiental de la geomorfología manifiesta un para el año 2028 un impacto negativo de 7 milésimas y que al 2038 aumentará a 18 para posteriormente volverse asintótica en el año 2048 a 14. Esto se debe a que, sin la aplicación de medidas para las zonas de cortes y excavaciones, las condiciones geomorfológicas de los cortes realizados, aumenta la fragilidad en el terreno que se traduce en movimientos de materiales de manera incipiente. De esta manera, la presencia de fenómenos naturales por 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.

Similar a otros componentes del SA del Proyecto, se observa un descenso en la calidad de la vegetación, debido a la presión que ejerce un proyecto de esta índole en la adaptación de los diversos estratos, aumentando ligeramente el cambio de uso de suelo de los terrenos actualmente con vegetación de pastizal cultivado y secundaria arbustiva de selva alta perennifolia. En este sentido, la modelación realizada al atributo vegetación genera una brecha ambiental para el año 2028 de 4 milésimas, y que muestra un aumento de 14 milésimas en el 2038. Para el año 2048 la calidad ambiental disminuye teniendo una brecha ambiental de 9 milésimas, ya que adicional a la implantación del proyecto se considera la acumulación de efectos que pueden traer consigo otros proyectos o actividades que se ejecuten en la zona o la expansión de asentamientos.

Es importante resaltar que el componente económico marca una tendencia positiva aun sin la implementación de medidas de mitigación ya que, con la operación del proyecto, se mejoraría la conectividad de la región incrementando la demanda de bienes y servicios, así mismo beneficiaría el intercambio comercial y optimizaría el funcionamiento de las actividades agrícolas y de transporte. La brecha ambiental en el factor económico aumenta progresivamente de las 8 milésimas en el corto plazo, aumenta ligeramente a mediano plazo a 8 milésimas y a largo plazo presenta un valor de 2 milésimas, lo que significa que las modificaciones sobre el atributo tienen un efecto positivo mayor a largo plazo.

Gráfica VII. 5. Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la construcción del proyecto sin medidas de mitigación



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

Para el recurso edafológico, 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 seguirán creciendo, requieren de actividades que modifican parcial o totalmente las estructuras del suelo, tal es el caso del cambio de uso de suelo a agrícola y la construcción de asentamientos humanos respectivamente. A manera de conclusión se puede decir que en un escenario donde se

implante el proyecto y no se implementen las medidas de prevención y mitigación, las modificaciones hidrológicas y edafológicas acelerarán la degradación del sitio en comparación al escenario planteado sin la implantación de este.
En cuanto a los recursos hidrológicos se refiere, el proyecto tendrá una influencia potencial sobre el cuerpo de agua intermitente donde pasará el puente durante la etapa de construcción y por la construcción de los accesos.

Por otro lado, durante la etapa de construcción, el proyecto requerirá del tránsito de maquinaria pesada, excavaciones y cimentaciones para los pilotes. Estas acciones ocasionarán afectaciones en sitios aledaños al área del proyecto por el aumento de ruido, emisiones de GEI, movimientos de tierras y ahuyentarán a la poca fauna silvestre identificada en la zona.
Sin medidas de prevención, mitigación y/o compensación se perdería la vegetación y la escasa fauna que transita por la zona se podría ver comprometida, especialmente aquellas especies con algún estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, nativas, endémicas o de gran valor ecológico. Asimismo, los factores abióticos y el hábitat cuya calidad ambiental actualmente es regular, tendrían un deterioro acelerado y continuo.
No obstante, habría empleo a una escala regional durante las etapas del proyecto, lo que ocasionaría una derrama económica directa e indirecta sobre el estado, además que se fijaría la atención sobre la infraestructura desarrollada en la zona, pudiendo así atraer mayores inversiones y servicios. La operación del proyecto mejoraría la microeconomía de los pobladores y coadyuvaría al mejoramiento macroeconómico. En caso de realizarse el proyecto sin las medidas de atención ambientales y sociales adecuadas, se podrá generar una polarización de las opiniones y desinformación que pueda ocasionar oposición a este u otros proyectos futuros, sin embargo, los beneficios en cuanto a seguridad de la vialidad y mejoras al servicio se darían durante las diversas etapas del proyecto, aunque no se maximizarían como es debido.
En el escenario modelado de la construcción del proyecto y sin la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, la tendencia a corto y mediano plazo marca una degradación progresiva, además muestra una aceleración en la pérdida de la calidad ambiental que si bien logra estabilizarse a largo plazo puede maximizar sus efectos positivos y reducir los negativos con la implementación de medidas pertinentes.

VII.3.4. Descripción y análisis del escenario con proyecto, ejecutando medidas de mitigación.

En la modelación del escenario ambiental del SA 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 en el Capítulo VI. 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 inserción del Proyecto.

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 capítulo VI del presente documento.

Tabla VII. 16 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental a corto, mediano y largo plazo, con medidas de mitigación.

ATRIBUTO DEL SISTEMA	CALIDAD AMBIE3TAL 2023 (ACTUAL)	AÑO DE LA MODELACIÓN CON PROYECTO CON MEDIDAS					
		2028		2038		2048	
		CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL
Geomorfología	0.5	0.494	0.006	0.475	0.019	0.462	0.013
Hidrología	0.6	0.59	0.01	0.574	0.016	0.559	0.015
Suelo	0.5	0.492	0.008	0.478	0.014	0.467	0.011
Vegetación	0.5	0.497	0.003	0.483	0.014	0.474	0.009
Economía	0.5	0.508	-0.008	0.516	-0.008	0.522	-0.006

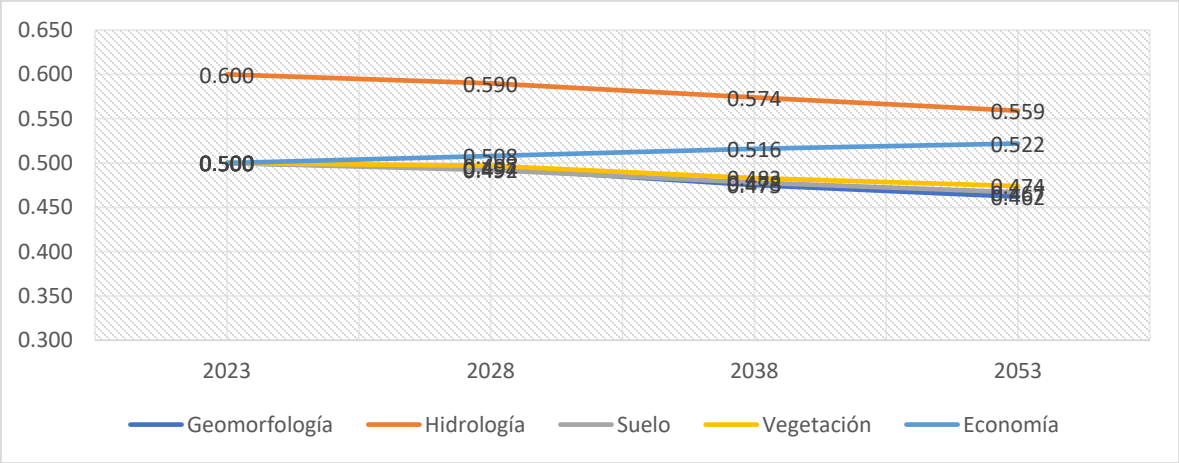
Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En comparativa con el escenario anterior, se puede concluir que la degradación continuará según las tendencias que marca el SA, 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 en el SA.

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 -8 a las 19 milésimas lo que indica, modificaciones parciales sobre el atributo, donde su tendencia y calidad ambiental y sus efectos son controlables.

Para el largo plazo los efectos deberán seguir siendo 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 aumentan la eficiencia de las actividades productivas y de transporte. La brecha ambiental en el factor económico aumenta progresivamente de las 8 milésimas en el corto plazo, hasta las -6 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 VII. 6. Calidad ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la ejecución de medidas de mitigación.

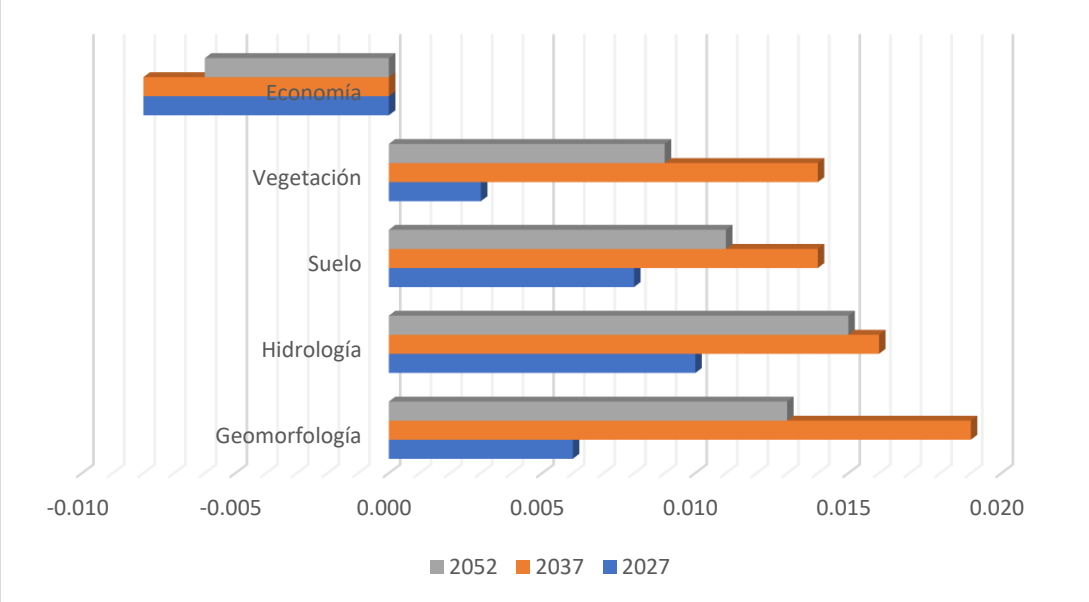


Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En este escenario tendencial se prevé que el factor que sufrirá mayor degradación con el paso del tiempo es el hábitat ya que a pesar de la ejecución de medidas de prevención y mitigación, la calidad del paisaje se reducirá en las zonas donde se realicen las acciones de despalme y desmonte de vegetación. 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 principalmente en la hidrología provocando la degradación paulatina de los recursos hídricos.

Es importante mencionar que 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 de importancia ecológica para la zona, así como acciones para la conservación de suelos con lo que se disminuirán los impactos secundarios tales como pérdida de suelo y arrastre de sedimentos al cauce. Se aumentará la cobertura vegetal en sitios estratégicos, por lo que la dinámica hidrológica se verá beneficiada y traerá una mejor dinámica ecosistémica.

Gráfica VII. 7. Brecha ambiental proyectado a corto mediano y largo plazo con la ejecución de medidas de mitigación



Fuente: Sotelo y Mejía S.A. de C.V., 2023.

En el presente escenario, la tendencia de degradación paulatina continúa, sin embargo, con la ejecución de medidas de mitigación se espera una desaceleración de la pérdida de calidad ambiental, ya que dichas medidas tienen por finalidad evitar 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 se propusieron en el Capítulo VI.

Los impactos que producirá el proyecto por el uso de maquinaria y equipo, desmonte, despalme, cortes, excavación y nivelación; será permanente e irreversible tal y como se ha mencionado, sin embargo, con la ejecución de las medidas de prevención y mitigación propuestas 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 en la población y los efectos que esto causa en cuanto a demanda de productos y servicios, las actividades preventivas, mitigantes y de compensación coadyuvarán al mejoramiento de 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 construcción se produce una modificación importante de la geomorfología por los cortes, así como por la nivelación y estabilización de las plataformas y terracerías. Sin embargo, a lo largo del tiempo, dichas modificaciones se irán estabilizando, así como las potenciales caídas de los materiales geológicos.

El Proyecto no propiciará modificaciones significativas sobre la hidrología superficial salvo en la etapa de construcción de forma temporal sobre el cauce aledaño y de tipo intermitente. Para ello, se tendrán medidas como la protección de avenidas y escorrentías y delimitación de las zonas de escurrimiento.

El Proyecto no 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 el SA 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 en el capítulo VI. Se reutilizará el suelo fértil removido y se promoverá la revegetación en las zonas afectadas. Todos los residuos se manejarán 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 del SA y del proyecto se encuentran 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 del suelo.

Una vez concluido el Proyecto, será posible retirar 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 y la subcontratación de empresas locales para la realización de servicios específicos que aumentará la demanda de bienes y servicios.

Considerando el conjunto de afectaciones pasadas sobre el factor vegetación, que han simplificado el ecosistema y han eliminado los organismos de interés económico sobre todo en la sierra alta compleja, así como en los terrenos donde se puede desarrollar la agricultura y la ganadería, es importante mencionar que no se prevén afectaciones adicionales a las ya mencionadas en cuanto a vegetación se refiere y, durante las visitas a campo no se han registrado especies con algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por su parte la fauna verá modificado parte de su entorno por lo que las especies mayormente afectadas serán las de aves que en su mayoría son migratorias, 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 de la vialidad incrementará 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 del proyecto, existe un efecto benéfico sobre el ahorro de combustible, tiempos y seguridad en el de traslado, mejoría en la comunicación, disminución de accidentes y mayor movimiento de personas, mercancías, materias primas, productos y servicios. De esta forma, el proyecto beneficiará directamente a los factores económicos de la región.

Por tanto, el pronóstico ambiental de un escenario con proyecto y con la ejecución de medidas, 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 con altos índices de marginación.

VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL

Con base en el análisis realizado en los apartados anteriores del presente capítulo, se puede realizar un pronóstico ambiental del SA 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 es una zona con alta vulnerabilidad a deslaves. Los recursos suelo y vegetación, se encuentran actualmente vulnerables y con un inminente deterioro ambiental, el cual tiende a disminuir si se realizan acciones de deforestación.

El área de estudio se encuentra inmersa en una zona que ejerce una presión considerable hacia los recursos naturales ya modificados, dadas las necesidades de la población circundante. Las brechas y caminos rurales transporte de productos enmarcan las áreas aledañas al proyecto, la geomorfología se ha modificado a lo largo del tiempo para lograr asentar caminos transitables.

El impacto causado por el desmonte, excavación para pilotes 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 del SA 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, 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 de la zona ya que esta misma considera aprovechar la carretera existente para la construcción del puente. Esto disminuirá el impacto ambiental que se pueda generar en la zona, debido a que ya existe presencia de infraestructura. Además, se facilitarán las etapas de realización del proyecto.
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 reutilizarse, ya sea como material para nivelación y base de los terraplenes, o rellenos, o como material para rehabilitar sitios con degradación evidente dentro del Sistema Ambiental. El área del proyecto se asienta sobre un paisaje regional modificado por la actual vía de comunicación, donde el paisaje dominante es de vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia. Los elementos benéficos derivados del proyecto serán la mejora de la accesibilidad e intercomunicación de las poblaciones circunvecinas, representando una opción de desarrollo económico y social para la región y una oportunidad de empleo temporal para los habitantes locales. Asimismo, la construcción del proyecto reducirá tiempos de traslado, congestionamiento vehicular, riesgos de accidentes y colisiones y favorecerá el 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 prevención, mitigación y compensación establecidas, lo cual permite predecir que 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 poco significativos y que se reduzcan moderadamente una vez que se ejecuten en tiempo y forma las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el capítulo VI. Asimismo, la ejecución del PVA podrá supervisar la aplicación de las medidas propuestas y en consecuencia garantizar la viabilidad ambiental del proyecto. Para ello, existirá un supervisor ambiental encargado del cumplimiento de los siguientes programas (Adjuntos a la presente Manifestación de Impacto Ambiental):

- Programa de Rescate y Reubicación de flora silvestre
- Programa de Rescate y Reubicación de fauna silvestre
- Programa de Restauración Forestal, de Suelo y Cuerpos Hídricos.
- Programa de Vigilancia Ambiental.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Puente vehicular “El Róbalo” ubicado en el km 20+000, sobre la carretera (Matías Romero – Acayucán – Jesús Carranza) – Paraje Palo Dulce, con una longitud aproximada de 30.0 m, más accesos, ubicado en el estado de Oaxaca.

CAPÍTULO VIII

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESUTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 2

VIII.I. FORMATOS DE PRESENTACIÓN, PLANOS DE LOCALIZACIÓN, FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS..... 2

VIII.1.1. Planos definitivos. 2

VIII.1.2. Fotografías. 2

VIII.1.3 Videos. 2

VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna. 2

VIII.2. OTROS ANEXOS..... 2

Glosario de términos. 5

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESUTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.I. FORMATOS DE PRESENTACIÓN, PLANOS DE LOCALIZACIÓN, FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS

De acuerdo con el artículo Número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregó cuatro ejemplares de la Manifestación de Impacto Ambiental, de los cuales uno se utilizará para consulta pública (se entregará un ejemplar impreso y tres discos magnéticos). Así mismo se integró un Resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental no excediendo las 10 cuartillas solicitadas.

VIII.1.1. Planos definitivos.

Se entrega la cartografía desarrollada para el proyecto, los cuales contienen: el título, la fecha de elaboración; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas geográficas, la escala gráfica y numérica y la orientación. A una escala que permite apreciar los detalles del proyecto.

VIII.1.2. Fotografías.

En los anexos se presentan las fotografías solicitadas.

VIII.1.3 Videos.

Para el presente proyecto no se incluye ningún tipo de video.

VIII.1.4 Listas de Flora y Fauna.

- Catálogos de flora y fauna
- Formatos de flora y fauna

VIII.2. OTROS ANEXOS

- Kml del proyecto
- Programas ambientales
    - Programa de restauración forestal, se duelos y cuerpos hídricos
    - Programa de rescate y reubicación de flora
    - Programa de rescate y reubicación de fauna
    - Estudio técnico económico
    - Estudio de impacto social
    - Programa de vigilancia ambiental

Bibliografía

- Adler, G. H. (1998). *Impacts of resource abundances of populations of a tropical forest rodent*. Ecology 79:242–254.
- 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.
- Alanís Flores, Glafiro José, Velazco Macías, Carlos Gerardo, Foroughbakhch Pournavab, Rahim, Valdez Tamez, Vicente Alvarado Vázquez y 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.
- Andrade, R. R. E. (2008). *Introducción al análisis económico de los recursos naturales y del ambiente*. Universidad Autónoma de Baja California.
- 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.
- 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.
- Atlas de los Pueblos Indígenas. (2021). Consultado en: https://atlas.inpi.gob.mx/mixtecos-ubicacion/.
- Boada Muñoz, E. C. (2016). *Seguros ambientales*. Un análisis comparativo de la legislación y portafolios en Colombia, Brasil, México y Argentina.
- Bustos, F. (2013). *Manual de Gestión y control ambiental*. Quito, Ecuador.
- 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. (19919. *Como hacer una colección de Anfibios y Reptiles*. Instituto de Biología, UNAM, Cuadernos No.10, México.
- 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).
- 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
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. (2007). *Manual de Buenas Prácticas Medioambientales en el Transporte*. Junta de Andalucía, España. 32 pp.
- Demattia, E. A., L. M. Curran, y B. J. Rathcke. (2004). *Effects of small rodents and large mammals on Neotropical seeds*. Ecology 85:2161–2170.
- Department of the Environment Transport and the Regions. (2001). *Best practice in street works and highway works*. London, U. K.
- 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.
- 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.
- Hernández Michaca, J. L., J. Pisanty Levy; V. M. Sánchez Granados; M. A. Carreón Méndez y M. Roldán Ortiz. (2000). *Impacto ambiental de proyectos carreteros en escurrimientos del agua superficial*. Instituto Mexicano del Transporte, Publicación Técnica No. 141. Sanfandila, Querétaro, México.
- Instituto Nacional de Los Pueblos Indígenas. (2021). Consultado en: https://www.gob.mx/inpi.
- 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.
- Jiménez-Sierra, Cecilia Leonor; Sosa Ramírez, Joaquín; Cortés-Calva, Patricia; Breceda Solís Cámara, Aurora; Íñiguez Dávalos, Luis Ignacio; Ortega-Rubio, Alfredo. (2014). *México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas Investigación y Ciencia*, vol. 22, núm. 60, pp. 16-22 Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
- Krebs, C. J. (1985). *Ecología. Estudio de distribución y la abundancia*. 2ª Ed. Harla. México.
- Kosoy N, M Martínez-Tuna, R Muradian, J Martínez-Alier. (2007). *Payments for environmental services in watersheds: Insights from a comparative study of three cases in Central America*. Ecological Economics (61): 446-455.
- Lara A, D Soto, J Armesto, P Donoso, C Wernli, L Nahuelhual y F Squeo. (2003). *Componentes Científicos Clave para una Política Nacional Sobre Usos, Servicios y Conservación de los Bosques Nativos Chilenos*. Valdivia, Chile. Iniciativa Científica Milenio de MIDEPLAN. 134 p.
- 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., y Díaz, M. (2003). *La evaluación de impacto ambiental sobre las poblaciones de aves rapaces: problemas de ejecución y posibles soluciones*.
- 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.
- 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.
- 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.
- Nupp, T. E., y R. K. Swihart. (1998). *Effect of forest fragmentation of population attributes of white-footed mice and eastern chipmunks*. Journal of Mammalogy 79:1234–1243.
- OIMT. (2014). *Manual recolección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molino Pampa, Amazonas – Perú.*
- Osorio Múnera, J. D., y Correa Restrepo, F. (2004). *Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación*. Semestre económico, 7(13).
- Patten M. A. 2000. University of California-Riverside. 2da ed. patten@citrus.ucr.e
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. (2008). *Aves de México*. Guía de campo. Editorial Diana, México.
- Pérez Sanz Casany. (2007). Curso de Formadores de Buenas Prácticas Ambientales en Conservación de Carreteras. Impactos generados en las labores de conservación.
- Plan Municipal de Desarrollo. (2018). Santa María Zoquitlán. Honorable ayuntamiento municipal constitucional. Oaxaca, México.

- Plan Municipal de Desarrollo. (2018). San Pedro Totolápam Honorable Ayuntamiento Municipal Constitucional. Oaxaca, 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.
- Ruiz, I. B. (2002). *Manual de Reforestación para América Latina. Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos*. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. Estación Experimental Sureña. San Juan, Puerto Rico. 205 p
- Rzedowski, J., (2006). *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Romero, Fabian & Cozano, Miguel & Gangas, Rodrigo & Naulin, Paulette. (2013). *Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile*. Bosque (Valdivia). 35312104067 /S0717 92002014000100001.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2007). NORMA: N-LEG-4/07. Ejecución de Supervisión de Obras.
- 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.
- Torres, G. (2008). *Seguros Ambientales: Análisis De Su Reciente Reglamentación.* Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social, (5).
- Universidad Nacional de Colombia (UNC). (2007). *Guía Metodológica 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. ISSN electrónico 1900-1649. ISSN impreso 0120-548X.
- 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.

Glosario de términos.

- Área agropecuaria: Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.
- Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios: Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.
- Área de maniobras: Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

- Área rural: Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.
- Área urbana: Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.
- Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.
- Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, 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.
- Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
- Componentes ambientales críticos: Se definirán de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.
- Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.
- Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.
- Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.
- Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.
- Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
- Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
- Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
- Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

- Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

- Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.
- Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
- Medidas de compensación: Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.
- Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
- Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.
- Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.
- Vegetación natural: Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.