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

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 2

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 2

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO. 2

I.1.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO. 2

1.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO. 6

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 7

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. 7

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE. 7

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. 7

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES. 7

I.3 Datos Generales del Responsable Técnico de la Manifestación de Impacto Ambiental. 9

I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 9

I.2.6. Dirección del responsable técnico del estudio. 9

INDICE DE TABLAS

Tabla I. 1. Datos del Responsable Técnico. 9

INDICE DE IMÁGENES

Imagen I. 1. Localización del proyecto en distintos órdenes de gobierno 3

Imagen I. 2. Vías de acceso 4

Imagen I. 3. Vista Satelital del Proyecto 5

Imagen I. 4. Localización de las oficinas de la SCT, CDMX 7

Imagen I. 5. Centro SCT Oaxaca 8

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.

El proyecto que pongo a su consideración para su evaluación corresponde al siguiente:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

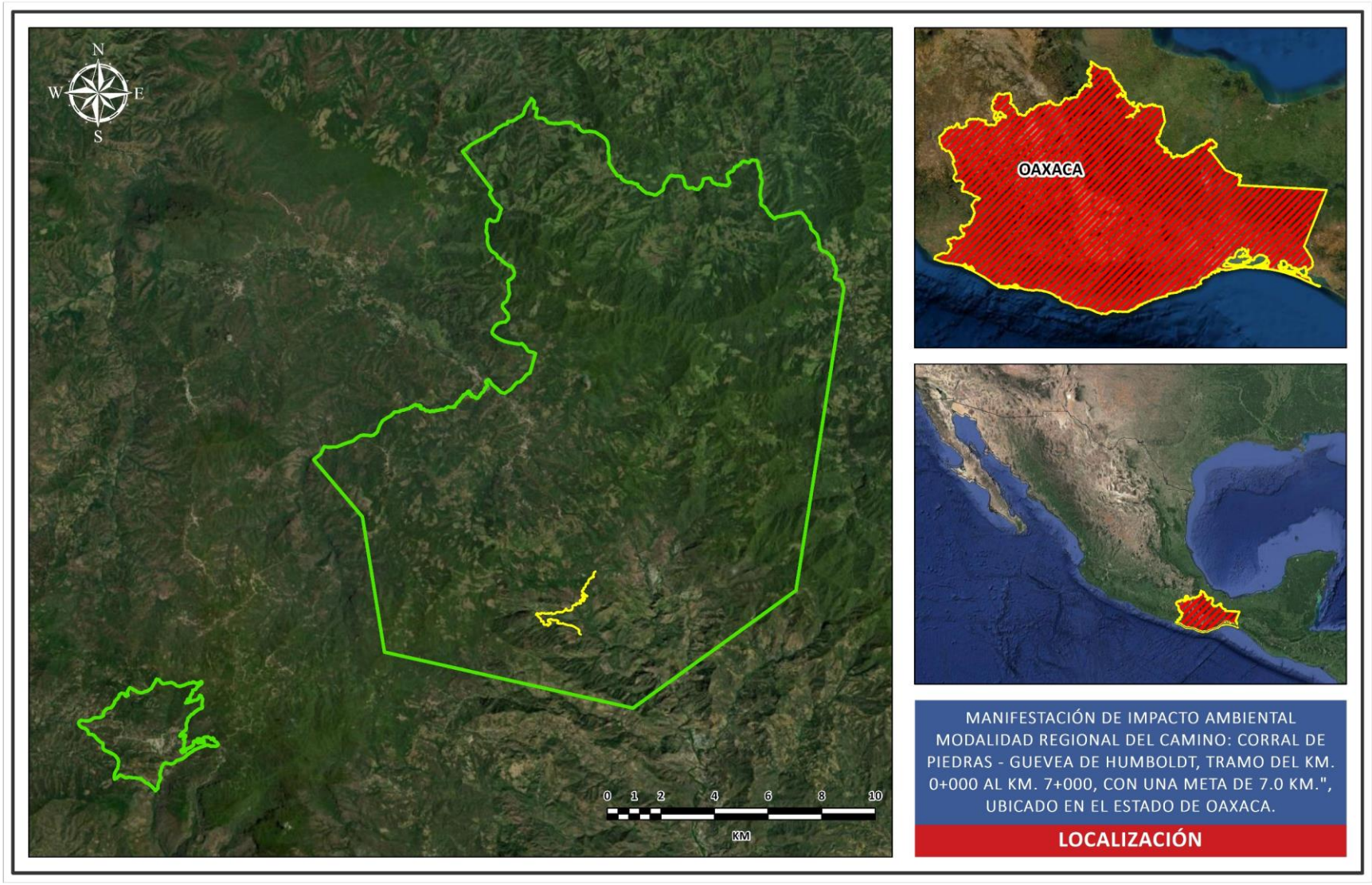
I.1.2 UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROYECTO.

El estado de Oaxaca se localiza en la porción sureste de la República Mexicana, ente los 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Se encuentra a una altitud que varía del nivel del mar, hasta los 3,750 msnm (metros sobre el nivel del mar). Tiene una superficie de 95,364 kilómetros cuadrados. Su extensión territorial representa el 4.8% con relación a la superficie del país, así mismo el proyecto está dentro de los siguientes municipios

- El Municipio de Guevea de Humboldt, distrito de Tehuantepec, Estado de Oaxaca, Se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec al sureste del Estado, en las coordenadas 95º22' longitud oeste, 16º47' latitud norte, a una altura de 620 msnm. Limita al norte con San Juan Mazatlán, al sur con Santiago Lachiguiri y Santa María Guienagati, al oriente con Santiago Lachiguiri y al poniente con San Juan Guichicovi, Santo Domingo Petapa y Santa María Guienagati. La superficie total del municipio es de 262.56 km².

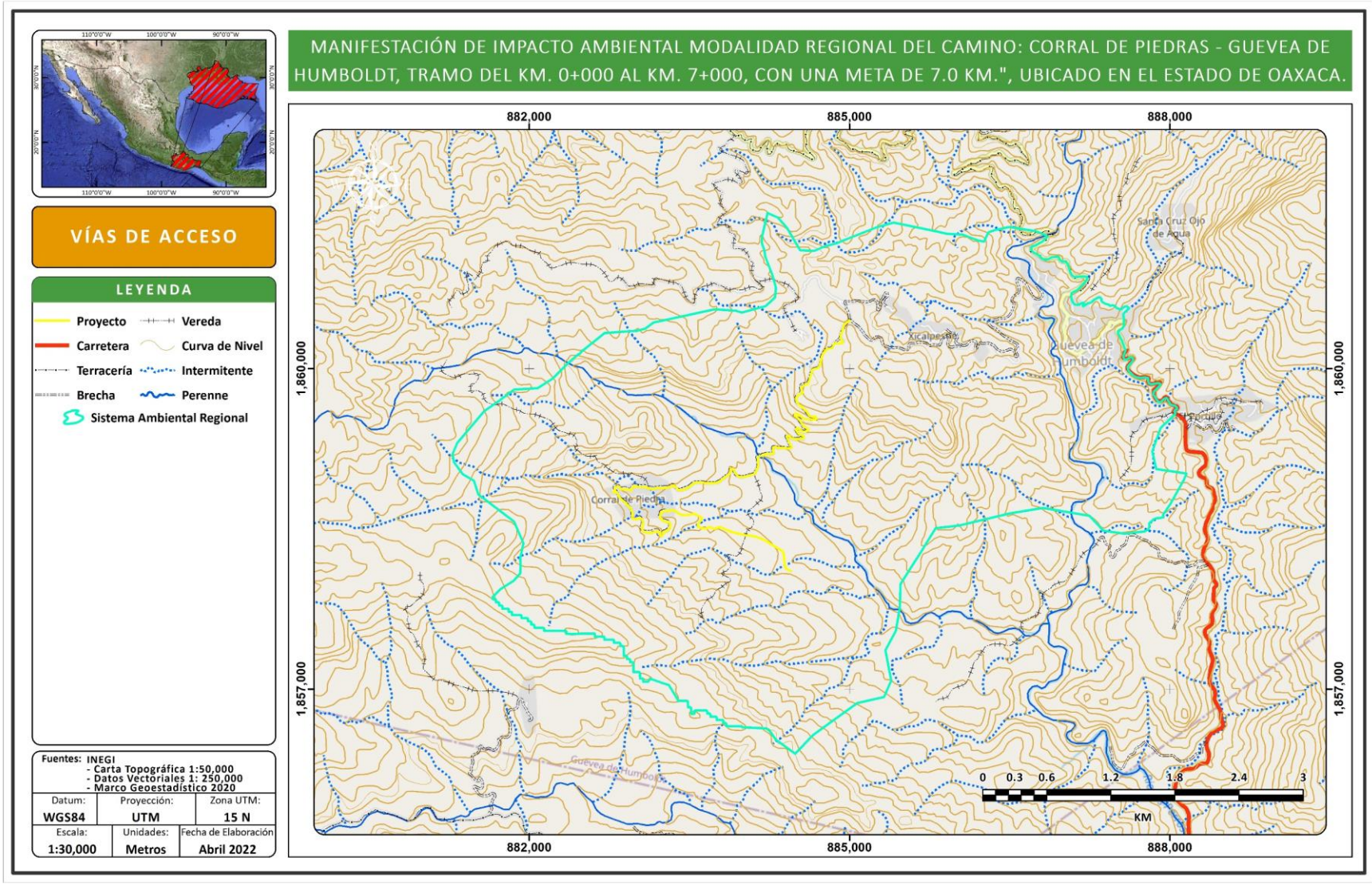
En la siguiente imagen se muestra la localización del proyecto respecto a los distintos órdenes de gobierno

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



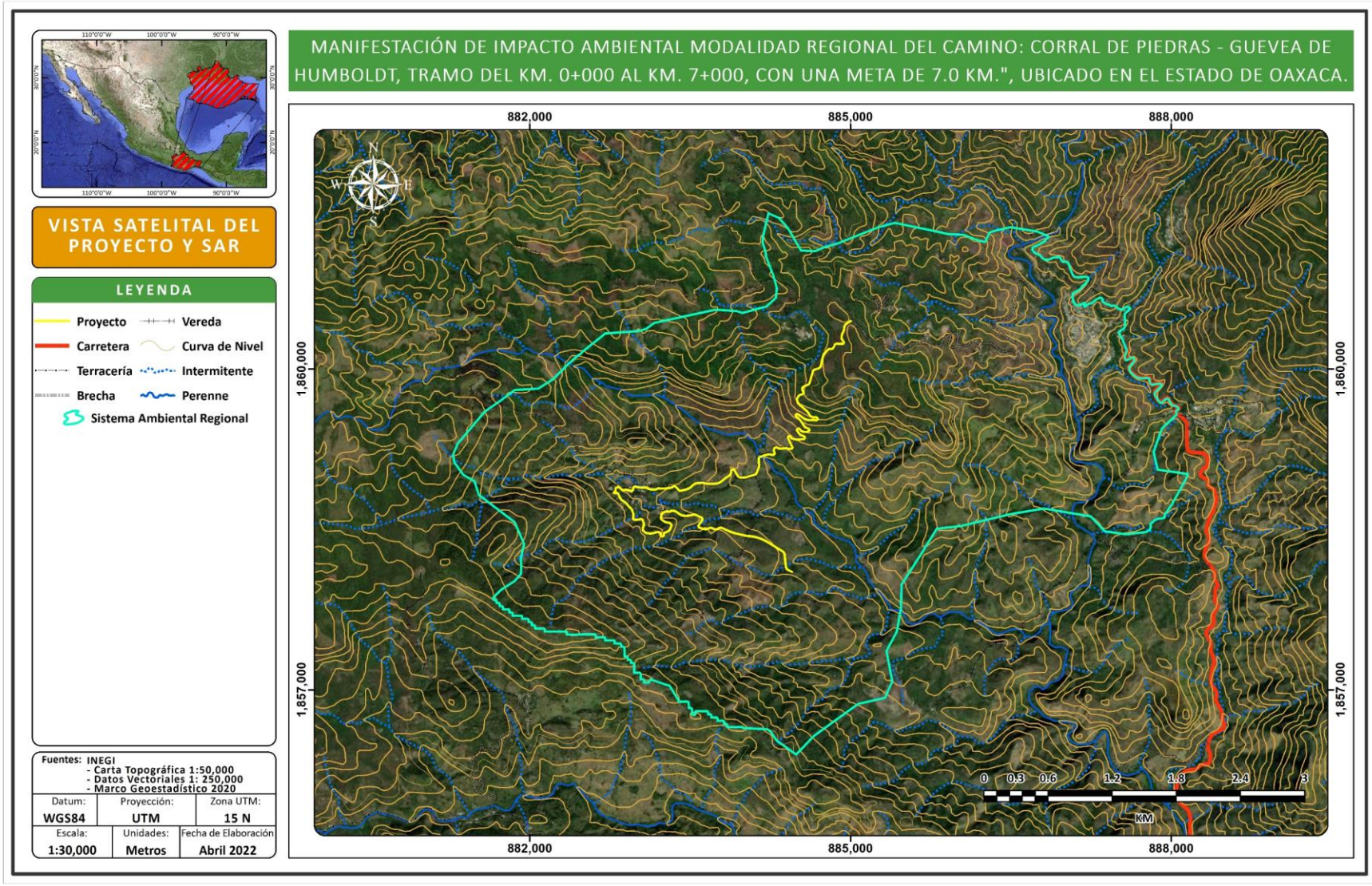
Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen I. 2. Vías de acceso



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen I. 3. Vista Satelital del Proyecto



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

El proyecto consiste en la modernización de un camino alimentador, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del camino calculadas con el Datum WGS85 zona 14N.

Tabla I. 1. Coordenadas del proyecto.

Cadenamiento	UTM Zona 14N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
0+000	245,381.52	1,858,478.19	-95° 23' 20.05"	16° 47' 44.17"
0+500	245,109.77	1,858,157.09	-95° 23' 29.09"	16° 47' 33.62"
1+000	244,861.79	1,857,783.46	-95° 23' 37.31"	16° 47' 21.38"
1+500	244,868.04	1,857,615.27	-95° 23' 37.03"	16° 47' 15.91"
2+000	244,904.82	1,857,391.59	-95° 23' 35.7"	16° 47' 8.65"
2+500	244,624.73	1,857,269.47	-95° 23' 45.1"	16° 47' 4.57"
3+000	244,272.86	1,857,068.46	-95° 23' 56.9"	16° 46' 57.9"
3+500	243,866.50	1,857,006.82	-95° 24' 10.59"	16° 46' 55.73"
4+000	243,409.84	1,856,989.61	-95° 24' 25.99"	16° 46' 54.99"
4+500	243,192.40	1,856,874.41	-95° 24' 33.29"	16° 46' 51.16"
5+000	243,456.54	1,856,560.91	-95° 24' 24.24"	16° 46' 41.07"
5+500	243,658.28	1,856,764.48	-95° 24' 17.52"	16° 46' 47.77"
6+000	243,992.11	1,856,591.21	-95° 24' 6.18"	16° 46' 42.27"
6+500	244,469.72	1,856,472.35	-95° 23' 50.01"	16° 46' 38.59"
7+000	244,747.33	1,856,155.51	-95° 23' 40.51"	16° 46' 28.4"

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

El camino presenta un ancho promedio de 4.64 metros, es importante mencionar que el proyecto contempla una modernización de un camino Tipo C, con un ancho de corona y calzada de 7.0 metros.

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 SICT Oaxaca

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.

[redacted]

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.

[redacted]

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 Federal, [redacted], Email. [redacted]

Imagen I. 4. Localización de las oficinas de la SICT, CDMX



Fuente: Google Earth

Imagen I. 5. Centro SICT Oaxaca



Fuente: Google Maps

I.3 Datos Generales del Responsable Técnico de la Manifestación de Impacto Ambiental.

I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

El nombre de la empresa responsable de realizar la: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA."** Es la empresa **Canán ingeniería, consultoría y medio ambiente, S.A. de C.V.**, el responsable técnico es [redacted]. La cedula profesional del responsable técnico se muestra a continuación:

Tabla I. 1. Datos del Responsable Técnico.

1	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]		

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

I.2.6. Dirección del responsable técnico del estudio.

[redacted]

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. 3

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA 3

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA. 4
II.1.2 JUSTIFICACIÓN. 6
II.1.3 UBICACIÓN FISICA 6
II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA 13

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA 16

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO 30
II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL 36
II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL 37
II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN. 38
II.2.5 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 56
II.2.6 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES. 59
II.2.7 RESIDUOS. 59

INDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Coordenadas del proyecto 10
Tabla II. 2. Estimación de la Inversión Requerida Para el Desarrollo del Proyecto 13
Tabla II. 3. Características del proyecto 16
Tabla II. 4. Características del camino propuesto y del existente. 17
Tabla II. 5. Superficies de afectación para el ancho de corona 18
Tabla II. 6 Superficie de afectación de la línea de ceros 18
Tabla II. 7. Características de los bancos de materiales más cercanos al área del proyecto. 27
Tabla II. 8 Ocupación en zona federal de las estructuras existentes 30
Tabla II. 9 Coordenadas del sitio seleccionado para las obras provisionales 32
Tabla II. 10. Diagrama de Gantt del cronograma de obra. 35
Tabla II. 11. Obras de drenaje Menor 54
Tabla II. 12. Estimaciones de emisión durante la operación del proyecto. 61

INDICE DE IMÁGENES

Imagen II. 1 Sección estructural de pavimento 3
Imagen II. 2. Localización Satelital del Proyecto 4
Imagen II. 3. Localización del proyecto 7
Imagen II. 4. Vista Satelital del proyecto 8
Imagen II. 5 Vías de acceso del proyecto 9
Imagen II. 6. Sección tipo del proyecto 16
Imagen II. 7 Zonas de afectación requeridas del km 0+000 al km 1+000 19
Imagen II. 8 Zonas de afectación requeridas del km 1+000 al km 2+000 20
Imagen II. 9 Zonas de afectación requeridas del km 2+000 al km 3+000 21
Imagen II. 10 Zonas de afectación requeridas del km 3+000 al km 4+000 22
Imagen II. 11 Zonas de afectación requeridas del km 4+000 al km 5+000 23
Imagen II. 12 Zonas de afectación requeridas del km 5+000 al km 6+000 24
Imagen II. 13 Zonas de afectación requeridas del km 6+000 al km 7+000 25
Imagen II. 14 Ocupación en Zona Federal del cauce 9883177 29
Imagen II. 15 Ocupación en Zona Federal del cauce 9883084 29
Imagen II. 16. Sección Tipo del proyecto. 31

Imagen II. 17 Sitio de obras temporales..... 32
Imagen II. 18 Condiciones actuales del sitio de obras provisionales 32
Imagen II. 19. Representación regional del proyecto 36
Imagen II. 20. Representación local del proyecto 37
Imagen II. 21. Esquema de la Estructura del pavimento..... 40
Imagen II. 22. Obras de drenaje Menor 55

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

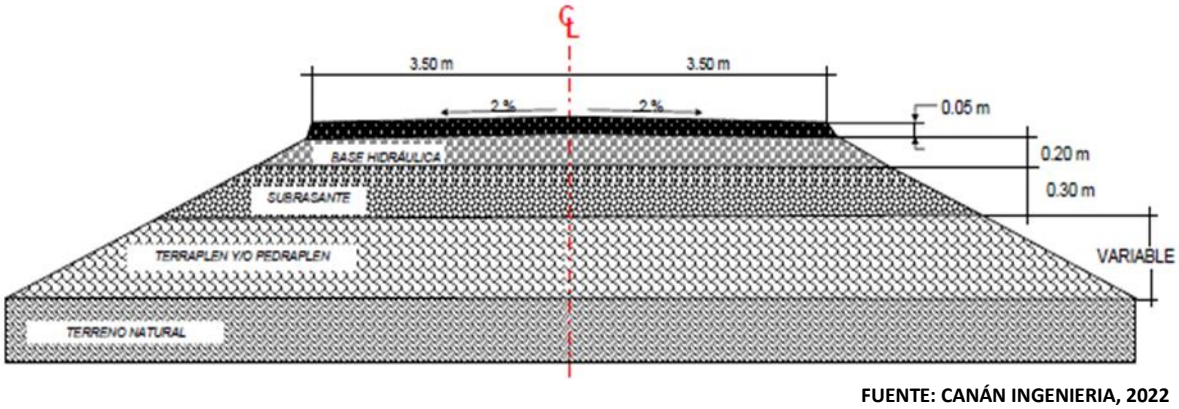
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.** Las características actuales del proyecto, se trata de una carretera a nivel de terracería, con un ancho promedio de 4.19 metros, el camino pretende ser modernizado a una Carretera "Tipo C" a un ancho de 7 metros incluyendo la mejora de los alineamientos verticales y horizontales, las especificaciones de la carretera de acuerdo con las normas de servicios técnicos de la SICT son las siguientes:

- Dos carriles de 3.5 metros. Los cuales se encuentran dentro de los estándares óptimos para el buen funcionamiento de la carretera.
- Ancho de corona y calzada de 7 metros. Medida adecuada para los carriles propuestos.
- Sin Acotamiento.
- Transito promedio diario anual de más de 500 vehículos.
- Topografía lomerío con una pendiente máxima del 9%
- Velocidad de proyecto de 40 km/hr.

La sección estructural de la carretera está integrada por una capa de terraplén de altura variable, capa subrasante de 30 cm., una base Hidráulica con un espesor de 0.20 m. y una Carpeta Asfáltica de 5 cm. Los taludes por utilizar son variables para el terraplén dependiendo de la altura que se tenga y para los cortes se emplearan taludes de ¾ X 1.

Imagen II. 1 Sección estructural de pavimento



FUENTE: CANÁN INGENIERIA, 2022

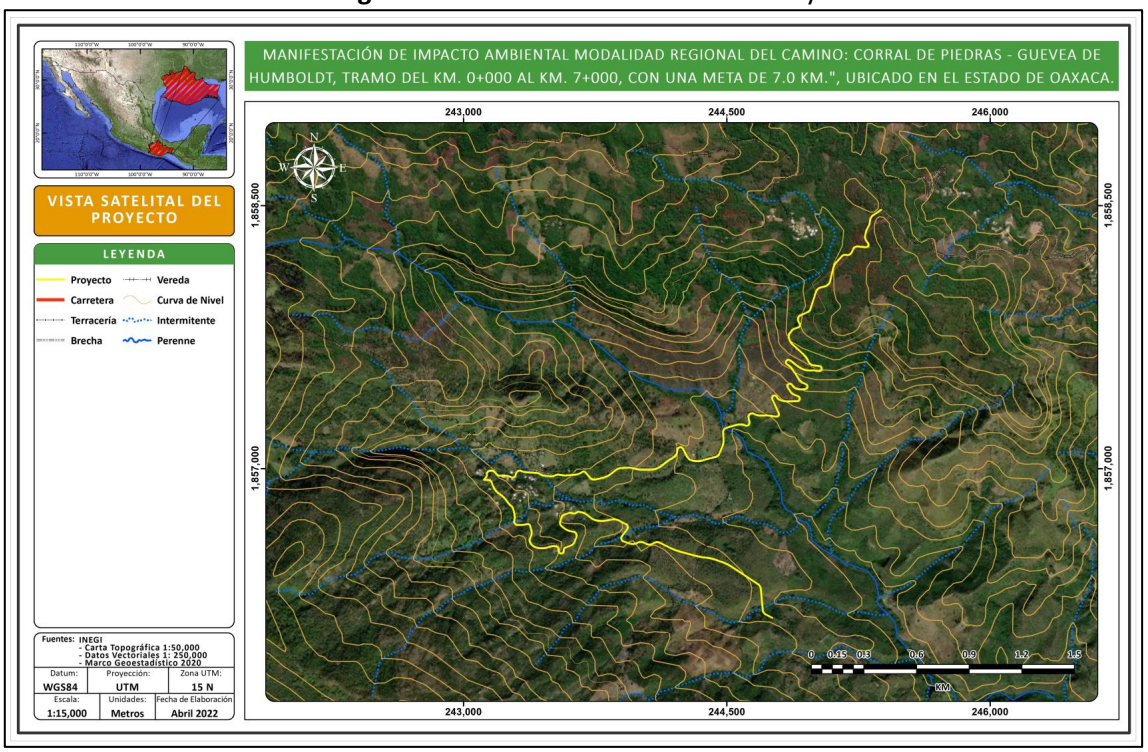
Es importante mencionar que el camino no requerirá de la construcción de caminos de acceso provisionales, ya que el camsino existente es suficiente, para trasladar al persona, maquinaria y herramienta hasta los frentes de trabajo, únicamente se considera la instalación de obras provisionales, como son el patio de maquinaria, un almacén temporal, almacenes de residuos y

baños sanitarios, la localización de dicho predio se menciona posteriormente en el presente capítulo.

Este proyecto requerirá autorización en materia de cambio de uso de suelo, según la Ley Forestal vigente, ya que habrá una remoción parcial de la vegetación de los terrenos forestales, específicamente se afectarán 10.83 Ha de suelo forestal, para mayor detalle de la afectación se recomienda ver el capítulo IV de la presente manifestación en el apartado de vegetación.

En la siguiente imagen se muestra la localización satelital del proyecto:

Imagen II. 2. Localización Satelital del Proyecto



Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA.

El proyecto contempla la construcción de una carretera Tipo C, el trazo cruza por el municipio Guevea de Humboldt. El proyecto del camino denominado: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA** consiste en la modernización de un camino alimentador. El ancho promedio del camino existente es de 4.19 metros y para la modernización propuesta se tendrá un ancho de corona y calzada de 7.0 metros, por lo que, como la topografía del camino es accidentada y tiene variaciones se deberá de cortar para alcanzar la línea de ceros, para el proyecto se considera una línea de ceros variable, la cual se ajusta conforme las necesidades específicas del trazo por modernizar, la misma se presenta en los cálculos de afectación, así como en los mapas de afectación anexos.

La naturaleza del proyecto se enmarca en el sector de vías generales de comunicación, subsector de infraestructura carretera, tipo de proyecto: carreteras y autopistas y mismo será realizado por el Centro SICT Oaxaca, con el objetivo de continuar con el desarrollo económico dentro de esta región, con la inclusión de caminos con mejores especificaciones técnicas, ofreciendo un rápido y seguro acceso a otros Municipios y Poblados importantes dentro de la Región. Así mismo será una vía segura y cómoda para el usuario que transita por esta vialidad, ya que la misma actualmente 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 de 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:

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 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 agua nacionales…”

El proyecto corresponde a la modernización de un camino alimentador, a nivel de terracería, el camino actual, clasificado como Tipo E, será modernizado a un camino Tipo C, con un ancho de corona de 7.0 metros. El proyecto en cuestión contempla afectación en suelo forestal, esto ya que si bien se localiza sobre una región agrícola y pecuaria el uso de suelo presenta vegetación secundaria de bosque de pino encino.

II.1.2 JUSTIFICACIÓN.

La modernización del camino, tiene como objetivo principal la optimización de tiempo de recorrido de las personas que circulan por dicha vía, involucrando también todas las poblaciones y congregaciones a su paso, la principal función del proyecto es abatir los gastos innecesarios y poco redituables del mantenimiento así como la modernización y la consolidación de la imagen urbana de la región de manera que los municipios cercanos se comuniquen de forma más eficiente en cuanto a cantidad, calidad y tiempo; incrementando los índices de calidad del transporte de bienes y servicios en la región, así como promover el desarrollo económico de la región involucrada Esta nueva vía ayudará a mejorar las condiciones económicas de las poblaciones cercanas a ella y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte de productos y pasajeros, así mismo será un importante apoyo para el desarrollo de los Municipios y Localidades y beneficiará de manera secundaria a las poblaciones más alejadas de esta zona.

En conclusión, se pretende reducir los tiempos de recorrido, mejorar los niveles de servicio con una mayor seguridad, con respecto a las rutas actuales de transporte e impulsar el desarrollo económico regional. Aunado a lo anterior es importante señalar que el proyecto se desarrolla sobre la ruta del actual camino y que en algunos tramos el ancho del mismo es suficiente para el desarrollo del proyecto, sin embargo en las zonas donde el ancho es menor existirá afectación a elementos arbóreos aledaños a las márgenes del camino actual, sin embargo, es importante señalar que se propondrán medidas de mitigación, compensación y restauración para reducir los efectos de los impactos negativos significativos que se puedan llegar a generar por la ejecución del proyecto.

II.1.3 UBICACIÓN FISICA

El proyecto: "MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA., se desarrolla en el Estado de Oaxaca, del cual se menciona lo siguiente: el cual se ubica en la porción sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km^2, cifra que representa el 5 % del total del territorio de la República Mexicana. Así mismo el proyecto se localiza en el siguiente municipio.

- El Municipio de Guevea de Humboldt, se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec al sureste del Estado, en las coordenadas 95º22' longitud oeste, 16º47' latitud norte, a una altura de 620 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con San Juan Mazatlán, al sur con Santiago Lachiguiri y Santa María Guienagati, al oriente con Santiago Lachiguiri y al poniente con San Juan Guichicovi, Santo Domingo Petapa y Santa María Guienagati. La superficie total del municipio es de 262.56 km².

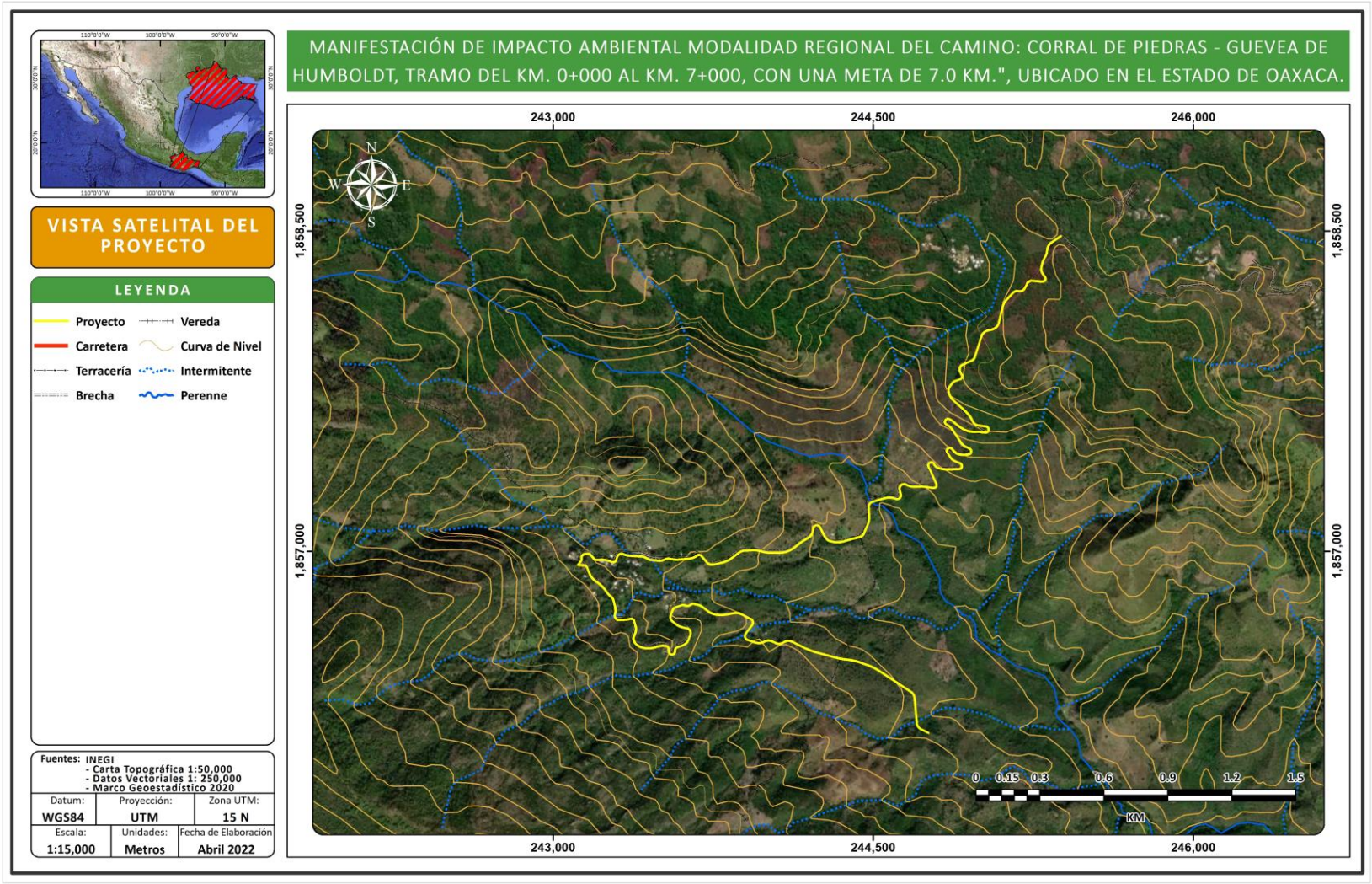
En las siguientes imágenes se muestra la localización del proyecto

Imagen II. 3. Localización del proyecto



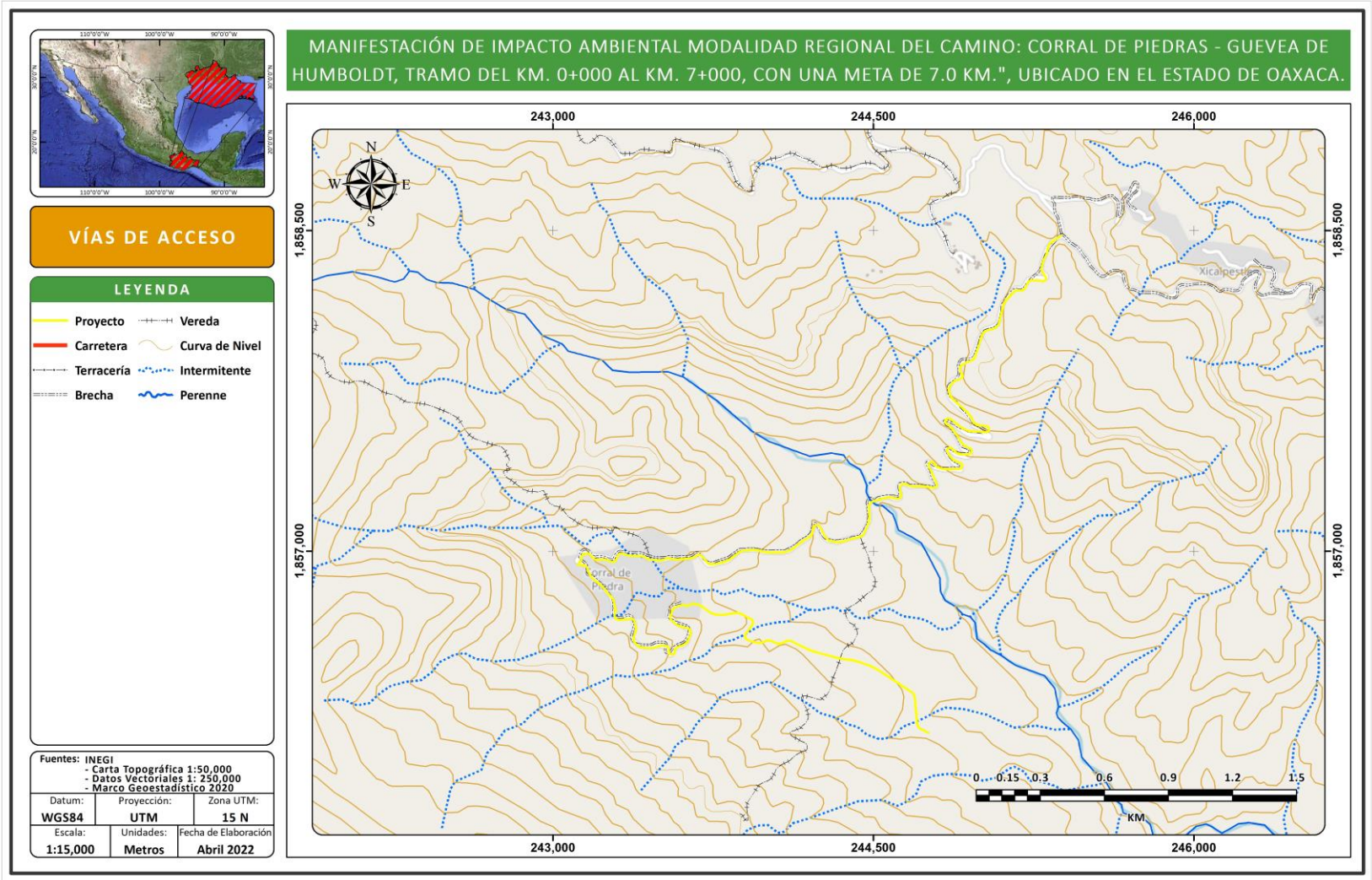
Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Imagen II. 4. Vista Satelital del proyecto



Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Imagen II. 5 Vías de acceso del proyecto



Fuente:
CANÁN INGENIERIA 2022

El proyecto consiste en la modernización de un camino alimentador, el cual se encuentra a nivel de terracería y será modernizado a un camino Tipo C, conforme a las especificaciones de la SICT, para concluir en un camino con un ancho de corona y calzada de 7.0 metros, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del camino calculadas con el Datum WGS85 zona 15N.

Tabla II. 1. Coordenadas del proyecto.

Cadenamiento	UTM Zona 15N		Geográfica	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
0+000	245,381.52	1,858,478.19	-95° 23' 20.05"	16° 47' 44.17"
0+500	245,109.77	1,858,157.09	-95° 23' 29.09"	16° 47' 33.62"
1+000	244,861.79	1,857,783.46	-95° 23' 37.31"	16° 47' 21.38"
1+500	244,868.04	1,857,615.27	-95° 23' 37.03"	16° 47' 15.91"
2+000	244,904.82	1,857,391.59	-95° 23' 35.7"	16° 47' 8.65"
2+500	244,624.73	1,857,269.47	-95° 23' 45.1"	16° 47' 4.57"
3+000	244,272.86	1,857,068.46	-95° 23' 56.9"	16° 46' 57.9"
3+500	243,866.50	1,857,006.82	-95° 24' 10.59"	16° 46' 55.73"
4+000	243,409.84	1,856,989.61	-95° 24' 25.99"	16° 46' 54.99"
4+500	243,192.40	1,856,874.41	-95° 24' 33.29"	16° 46' 51.16"
5+000	243,456.54	1,856,560.91	-95° 24' 24.24"	16° 46' 41.07"
5+500	243,658.28	1,856,764.48	-95° 24' 17.52"	16° 46' 47.77"
6+000	243,992.11	1,856,591.21	-95° 24' 6.18"	16° 46' 42.27"
6+500	244,469.72	1,856,472.35	-95° 23' 50.01"	16° 46' 38.59"
7+000	244,747.33	1,856,155.51	-95° 23' 40.51"	16° 46' 28.4"

Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

El proyecto se desarrolla en una sierra alta compleja, el Uso de suelo y Vegetación, se conforma principalmente por vegetación secundaria de bosque de pino encino (VSA/BPQ y VSa/BQP), el proyecto se desarrolla en la Sierra Madre del Sur, en la subprovincia Sierras Orientales. El proyecto busca conectar las localidades de Guevea de Humboldt, Nizavia, Xicalpextle, todas ellas pertenecientes al municipio de Guevea de Humboldt

Fotografía II. 1. Inicio del proyecto





Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Fotografía II. 2. Final del proyecto





Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

El costo total de la obra se describe en las siguientes tablas, el costo aproximado del camino es de más de 119 millones de pesos, considerando únicamente la obra civil.

Tabla II. 2. Estimación de la Inversión Requerida Para el Desarrollo del Proyecto.

No	Descripción	Unidad	Costo Directo	Cantidad	Importe
1	Desmonte, cualquiera que sea su tipo y características en carreteras, sin trasplante de especies vegetales previamente a los trabajos (tala, roza, desenraice, limpia y disposición final), en zona tipo bosque, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	Ha.	$21,491.91	3.00	$64,475.73
2	Despalme de espesor variable (indicado en proyecto), el material producto del despalme se desperdicia, de los pisos, fondos de excavaciones o taludes de los bancos al terminar su explotación, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada. Incluye: carga de material a unidades de transporte.	m^3	$39.53	19,143.00	$ 756,722.79
3	Excavación en material tipo A en cortes en ampliación de taludes, el material producto del corte se utiliza en la formación de terraplenes, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	$107.88	28,026.00	$3,023,444.88
4	Excavación en material tipo B en cortes en ampliación de taludes, el material producto del corte se utiliza en la formación de terraplenes, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	$137.22	64,905.00	$8,906,264.10
5	Excavación en material tipo C en cortes en ampliación de taludes, el material producto del corte se utiliza en la formación de terraplenes, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	$234.20	39,724.00	$9,303,360.80
6	Construcción de terraplenes utilizando materiales compactables procedentes de cortes, en el cuerpo del terraplén compactado al 90 % de su PVSM conforme lo indicado en el proyecto, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	$115.55	76,479.00	$8,837,148.45
7	Compactación de terreno natural (C.T.N.), Compactación de la cama de los cortes (Co.Ca.Co.) compactado al 90 % conforme lo indicado en el proyecto, por unidad de obra terminada.	m^3	$115.55	6,434.00	$743,448.70
8	Construcción de terraplenes utilizando materiales compactables procedentes de bancos de proyecto, en la capa subrasante compactado al 100 % de su PVSM conforme lo indicado en el proyecto (en terraplén, caja y Ex.Ac.Te.Co.), incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	$197.43	19,472.00	$3,844,356.96
9	Acarreo a estación de 20 m con equipo PROPIO, hasta el 1.er hectómetro, de materiales de bancos y cortes producto de excavación, desmonte, despalme, derrumbes, abatimiento de talud y de bermas, por unidad de obra terminada.	m^3/est	$5.73	69,326.00	$397,237.98
10	Acarreo en hectómetros subsecuentes al primero con equipo PROPIO, hasta el 1.er kilómetro, de materiales de bancos y cortes producto de excavación, desmonte, despalme, derrumbes, abatimiento de talud y de bermas, por unidad de obra terminada.	m^3/hm	$15.49	165,279.00	$2,560,171.71
11	Acarreo con equipo PROPIO, al 1.er kilómetro y kilómetros subsecuentes, de cualquier material, por unidad de obra terminada.	m^3/km	$9.64	1,023,991.00	9,871,273.24
12	Excavación para estructuras u obras de drenaje en material tipo A con una profundidad mayor de 1.5 m hasta de 3.0 m, el material producto de la excavación se utiliza para el relleno de esta, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	$130.21	1,087.89	$141,654.16
13	Excavación para estructuras u obras de drenaje en material tipo B con una profundidad mayor de 1.5 m hasta 3.0 m, el material producto de la excavación se utiliza para el relleno de esta, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	$149.06	1,360.21	$202,752.90

No	Descripción	Unidad	Costo Directo	Cantidad	Importe
14	Excavación para estructuras u obras de drenaje en material tipo C con explosivo a una profundidad mayor de 1.5 m hasta 3.0 m, el material producto de la excavación se utiliza para el relleno de esta, incluye carga a unidades de transporte, por unidad de obra terminada.	m^3	$394.04	577.59	$227,593.56
15	Relleno con material del banco de proyecto para excavaciones de estructuras, por unidad de obra terminada. Incluye: carga de material a unidades de transporte.	m^3	$177.41	3,297.96	$585,091.08
16	Zampeado (y dentellón) de concreto hidráulico f'c = 100 kg/cm2, para cualquier altura, por unidad de obra terminada.	m^3	$3,360.92	86.36	$290,249.05
17	Concreto hidráulico normal de f'c = 150 kg/cm2 en muros cabezotes, por unidad de obra terminada.	m^3	$2,598.57	862.10	$2,240,227.20
18	Concreto hidráulico normal de f'c= 200 kg/cm2 en losas, por unidad de obra terminada.	m^3	$3,242.53	128.76	$417,508.16
19	Acero para concreto hidráulico con límite elástico igual o mayor de f'y = 4200 kg/cm2 en muros, muros de cimentación, por unidad de obra terminada.	kg	$33.04	26,854.31	$887,266.40
20	Alcantarilla de concreto reforzado de f'c = 280 kg/cm2, en dirección normal de 122 cm de diámetro (se consideran 13.77 kg/m de acero de refuerzo), por unidad de obra terminada.	m	$9,982.60	178.82	$1,785,088.53
21	Alcantarilla de concreto reforzado de f'c = 280 kg/cm2, en dirección normal de 152 cm de diámetro (se consideran 17.22 kg/m de acero de refuerzo), por unidad de obra terminada.	m	$13,445.76	120.00	$1,613,491.20
22	Malla electrosoldada tipo 6x6-10/10, por unidad de obra terminada.	m^2	$95.49	477.26	$45,573.56
23	Cunetas de sección triangular revestidas de zampeado de concreto hidráulico de f'c= 150 kg/cm2, por unidad de obra terminada.	m	$456.34	7,819.51	$3,568,355.19
24	Lavadero de 1.40 m de ancho de concreto hidráulico simple de f'c = 150 kg/ cm2, por unidad de obra terminada.	m	$413.65	257.00	$106,308.05
25	Bordillo de concreto hidráulico hecho en sitio de f'c= 200 kg/cm2 de 16 x 8 x 12 cm (peralte, corona y base), con tamaño máximo de agregado de 1.90 cm (3/4"), por unidad de obra terminada.	m	$141.43	6,102.51	$863,077.99
26	Base hidráulica, con materiales pétreos procedentes de bancos que elija el contratista, compactada al 100 % conforme lo indicado en el proyecto, por unidad de obra terminada. Incluye: carga de material a unidades de transporte.	m^3	$642.71	11,668.00	$7,499,140.28
27	Riego de impregnación con emulsiones asfálticas de rompimiento rápido, por unidad de obra terminada.	m^2	$18.43	58,340.00	$1,075,206.20
28	Arena para proteger el riego de impregnación, por unidad de obra terminada.	m^3	$488.93	583.40	$285,241.76
29	Riego asfáltico de liga con emulsión de rompimiento rápido, por unidad de obra terminada.	m^2	$17.87	58,340.00	$1,042,535.80
30	Carpeta asfáltica con mezcla en caliente de granulometría densa con materiales procedentes de bancos que elija el contratista, compactada al 95 % conforme lo indicado en el proyecto, con cemento asfáltico AC·20, modificado con polímero, por unidad de obra terminada.	m^3	$3,550.23	2,126.00	$7,547,788.98
31	Marcas M-1.1 Raya separadora de sentidos de circulación continua sencilla, con pintura termoplástica color amarillo retrorreflejante de 10 cm de ancho, por unidad de obra terminada (longitud efectiva).	m	$43.41	6,961.00	$302,177.01
32	Marcas M-3.1 Raya en la orilla derecha, continua, con pintura termoplástica color blanco retrorreflejante de 10 cm de ancho, por unidad de obra terminada (longitud efectiva).	m	$43.41	13,922.00	$604,354.02
33	Botones DH-1 retrorreflejantes y delimitadores sobre el pavimento, de forma trapecial plásticos de dos caras, color amarillo retrorreflejante, por unidad de obra terminada.	pieza	$51.43	354.00	$18,206.22
34	Botones DH-1 retrorreflejantes y delimitadores sobre el pavimento, de forma trapecial plásticos de dos caras, color blanco retrorreflejante, por unidad de obra terminada.	pieza	$51.43	464.00	$23,863.52
35	Señal con tablero de 71 cm x 71 cm, en un poste, con película reflejante tipo A, por unidad de obra terminada.	pieza	$1,786.66	102.00	$182,239.32
36	Señal con un tablero de 120 cm x 30 cm, en un poste, con película reflejante tipo A, por unidad de obra terminada.	pieza	$2,413.13	2.00	$4,826.26

No	Descripción	Unidad	Costo Directo	Cantidad	Importe
37	Señal con un tablero de 76 cm x 30 cm, en un poste, con película reflejante tipo A, por unidad de obra terminada.	pieza	$1,411.71	5.00	$7,058.55
38	Señal con un tablero de 30 cm x 178 cm, en dos postes, con película reflejante tipo A, por unidad de obra terminada.	pieza	$2,800.53	3.00	$8,401.59
39	Señal con dos tableros de 30 cm x 178 cm, en dos postes, con película reflejante tipo A, por unidad de obra terminada.	pieza	$3,074.39	2.00	$6,148.78
40	Indicadores de alineamiento OD-6, de concreto hidráulico simple blanco, por unidad de obra terminada.	pieza	$205.16	727.00	$149,151.32
41	Defensa metálica de tres crestas (OD·4.1.3 Rígidas / SGR09a), para nivel de contención NC·3, con traslapes en los apoyos, con separadores, de madera y postes fuertes de acero @ 1.91 m, cumpliendo con la N·CTR·CAR·1·07·009/00 en lo que no se oponga a la norma NOM·03·SCT2·2012, por unidad de obra terminada.	pieza	$1,773.42	893.00	$1,583,664.06
				$81,622,146.05	
				0.18	**$14,691,986.29**
				$96,314,132.34	
				0.01	**$481,570.66**
				$96,795,703.00	
				0.06	**$5,807,742.18**
				$102,603,445.18	
		IVA		0.16	**$16,416,551.23**
		TOTAL		**$119,019,996.41**	

Fuente: SICT 2022

Al costo total de la obra civil, se estima un monto del 10% adicional para las obras referentes a las medidas de mitigación, prevención y compensación, lo cual dejaría el costo total de la obra en ciento treinta millones, aproximadamente.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, a través del Centro SICT Oaxaca tiene contemplada la modernización del proyecto: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.** Dicho camino, se pretende para favorecer la movilidad y la seguridad de los usuarios del camino, así como conectar de una manera más eficiente la región, ya la zona del proyecto se trata de áreas de alto rezago social, el proyecto propuesto deberá de concluir en una Carretera "Tipo C".

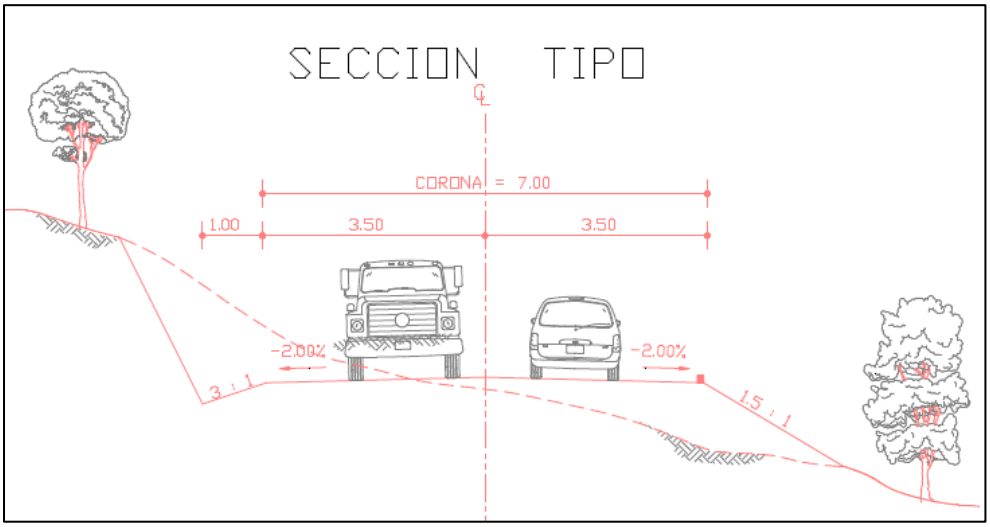
Este proyecto requiere de autorización en materia de cambio de uso de suelo, según la Ley Forestal vigente, ya que habrá una remoción parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades forestales, en una superficie mayor de 1,500 m^2.

Tabla II. 3. Características del proyecto

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO "CAMINO TIPO C"	
No. de carriles	2.0
Ancho de carriles	3.5 metros
Ancho de corona	7.0 metros
Ancho de calzada	7.0 metros
Acotamiento	Sin acotamiento
Transito Promedio Anual (TDPA)	500 vehículos
Pendiente máxima	9%
Velocidad de Proyecto	40 km/hr
Bombeo	2.0%
Derecho de Vía	40.0 metros (20 de cada lado)
Longitud de proyecto	7.0 km

FUENTE: CANÁN INGENIERIA, 2022

Imagen II. 6. Sección tipo del proyecto



La sección estructural de la carretera está integrada por una capa de terraplén de altura variable, capa subyacente de 30 cm, capa subrasante de 30 cm., una base Hidráulica con un espesor de 0.20

m. y una Carpeta Asfáltica de 5 cm. Los taludes por utilizar son variables para el terraplén dependiendo de la altura que se tenga y para los cortes se emplearán taludes de ¾ X 1.

Tabla II. 4. Características del camino propuesto y del existente.

Especificaciones geométricas	Camino actual	Proyecto (modernización)
Tipo de camino	Tipo E	Tipo C
Tránsito promedio diario anual (TPDA)	350	500
Ancho del Derecho de Vía (m)	20 metros por cada lado	20 metros por cada lado
Grado de curvatura máxima	60°	17°
Ancho de línea entre ceros (m)	-----	Variable, se recomienda ver superficies de afectación
Ancho de la calzada (m)	En promedio 4.19 metros, aunque existen tramos donde el ancho es de hasta 7 m.	7.0 metros
Ancho de corona (m)	En promedio 4.19 metros, aunque existen tramos donde el ancho es de hasta 7 m.	7.0 metros
Número y ancho de carriles	Variable, en promedio dos carriles de 3.0 metros.	2 carriles de 3.5 metros, un carril por sentido
Superficie del derecho de vía		28 Ha (280,000 m^2)
Superficie de ocupación al ancho de Corona		4.87 Ha
Superficie de afectación a la línea de Ceros		7.93 Ha
Superficie de ocupación del Camino Existente		2.41 Ha
Superficie Afectación áreas con Vegetación Forestal		10.83 Ha
Superficie Afectación Áreas con Vegetación No Forestal		0 Ha
Superficie de Afectación total (al ancho de corona más línea de ceros)		10.83 Ha
Superficie Total de ocupación del Proyecto		13.15 Ha

Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Una vez realizados los cálculos para el proyecto, se presentan las siguientes tablas con el resumen de las superficies de ocupación y afectación por el desarrollo del proyecto, en una primera instancia, se presenta la ocupación al ancho de corona, misma que no se considera como una superficie de afectación a la vegetación dado que se trata de la modernización en un camino existente, es decir, la sección actual del camino no ostenta vegetación, si bien, la carta de uso de suelo y vegetación Serie VI de INEGI indica que existe vegetación secundaria de bosque de pino encino, la superficie de rodadura del camino existente se encuentra desmontada, es decir, sin vegetación aparente, por lo que, las afectaciones generadas por el desmonte solo se darán en la superficies de la línea de ceros.

Tabla II. 5. Superficies de afectación para el ancho de corona

Superficie de Ancho de Corona =4.87 Ha			
Descripción		**Área (Ha)**	**Área (m2)**
Superficie que se ocupara del Camino existente		1.98	19,796.15
Superficie de Afectación			
Clave	**Descripción**	**Área (Ha)**	**Área (m2)**
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	2.57	25,746.87
VSA/BPQ	Vegetación secundaria arborea de bosque de pino-encino	0.32	3,179.05
Total		**2.89**	**28,925.92**

Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Como se muestra en la tabla anterior, el camino se proyecta sobre la terracería existente, pero dicho camino no cuenta con el ancho suficiente en ciertas zonas y dada la geometría del camino, existen zonas que deben ser rectificadas, para poder contar con un camino con los estándares requeridos por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, adicionalmente a la ocupación por el ancho de corona, se debe considerar la línea de ceros, para lograr un acercamiento con una mejor precisión para la afectación de la obra.

Tabla II. 6 Superficie de afectación de la línea de ceros

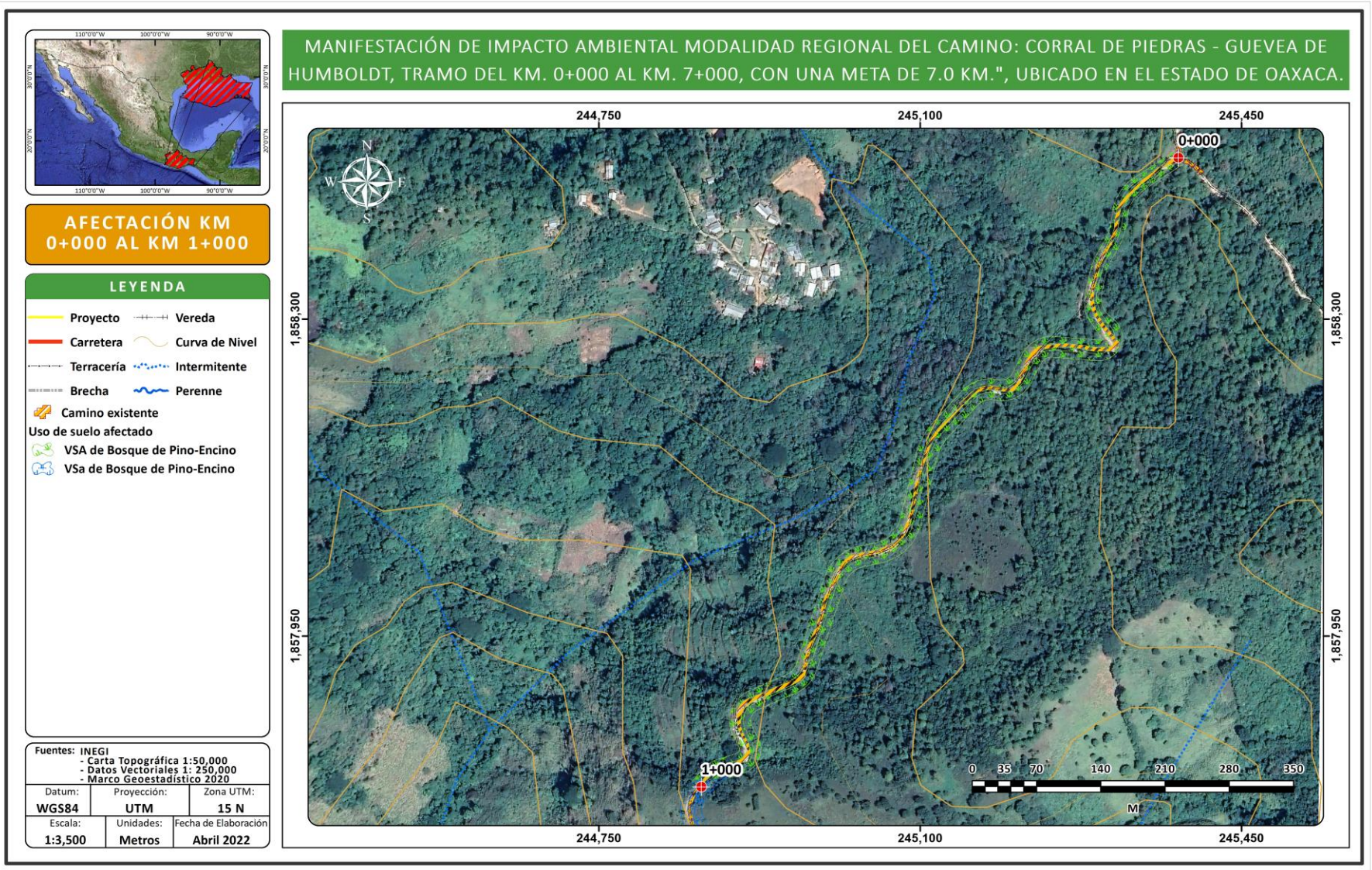
Superficie de la línea de Ceros =8.28 Ha			
Descripción		**Área (Ha)**	**Área (m^2)**
Superficie que se ocupara del Camino existente		0.34	3,441.52
Superficie de Afectación			
Clave	**Descripción**	**Área (Ha)**	**Área (m2)**
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	6.52	65,215.33
VSA/BPQ	Vegetación secundaria arborea de bosque de pino-encino	1.41	14,129.87
Total		7.93	79,345.20

Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

El área total de ocupación incluyendo el camino actual más la línea de ceros es de 13.15 ha, donde cabe resaltar que la afectación adicional total es de 10.83 ha tal y como se desglosa en la tabla anterior. Se enfatiza que para este proyecto se contempla el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), dado que las áreas a desmontar presentan vegetación secundaria arbustiva y arborea de bosque de pino encino.

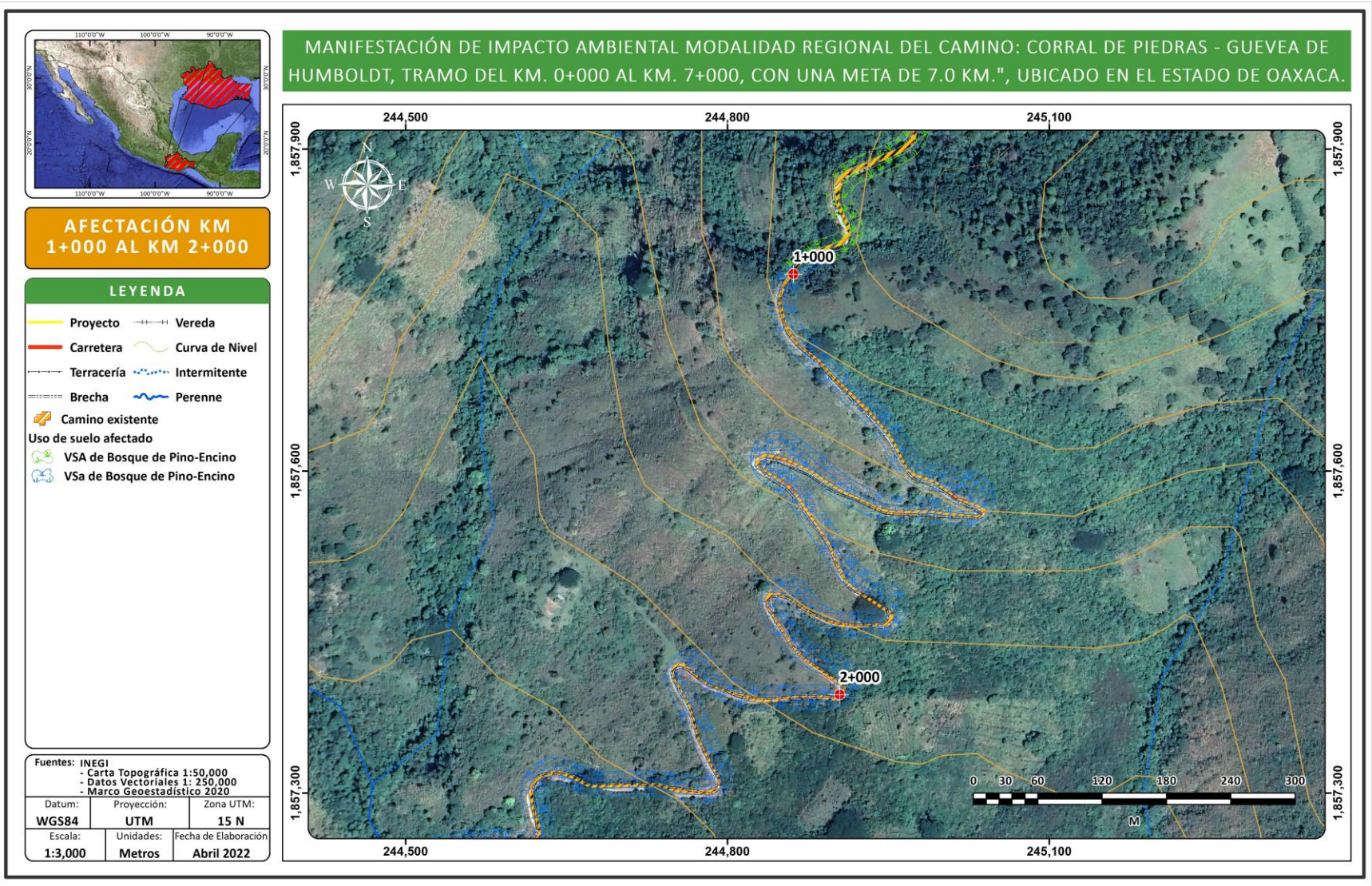
En las siguientes imágenes se muestran los mapas de afectación realizados con la capa de uso de suelo y vegetación INEGI serie VI, se recomienda revisar el capítulo IV en el apartado de vegetación de la presente MIA-R la afectación de individuos arbóreos y arbustivos.

Imagen II. 7 Zonas de afectación requeridas del km 0+000 al km 1+000



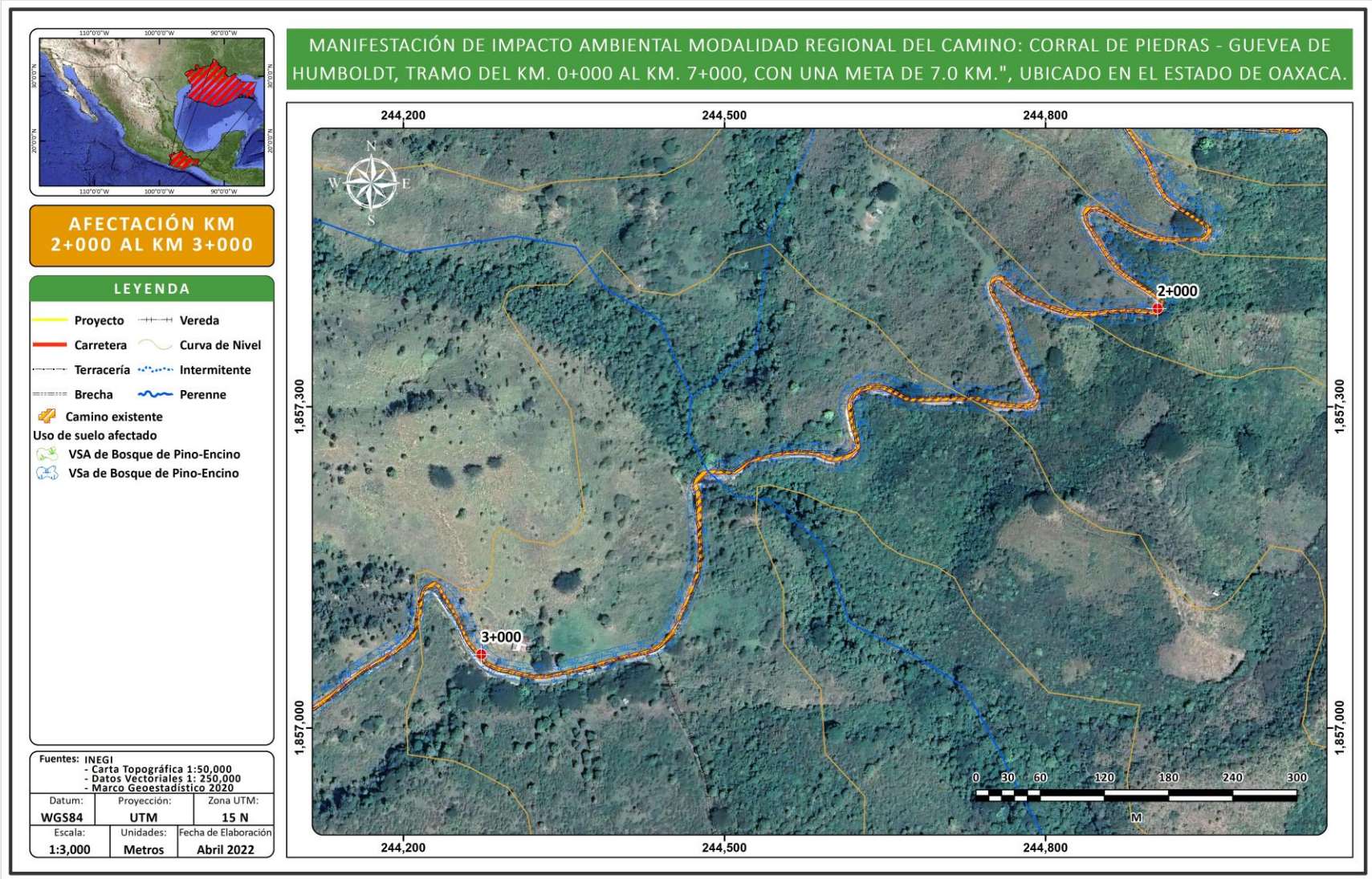
Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Imagen II. 8 Zonas de afectación requeridas del km 1+000 al km 2+000



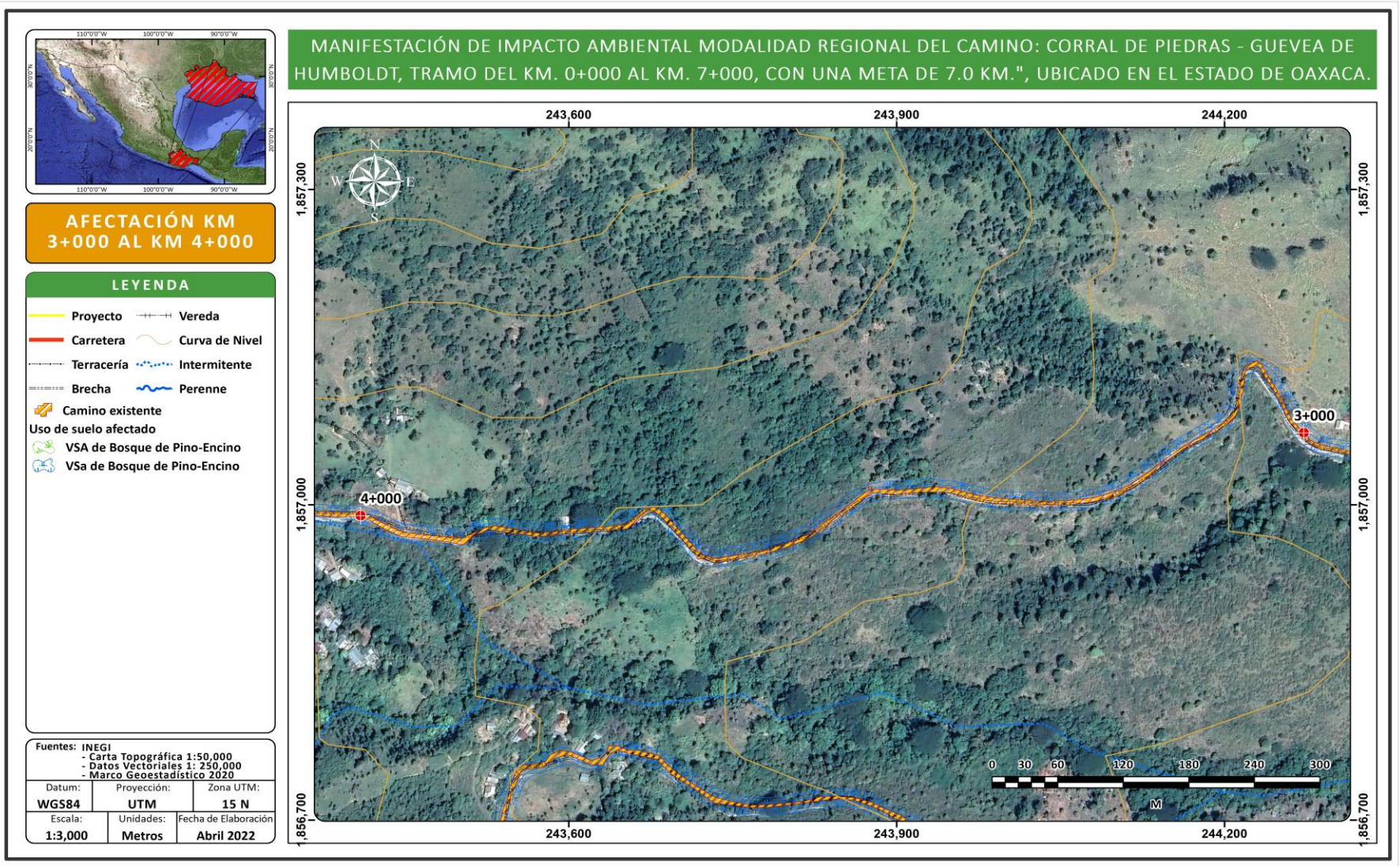
Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Imagen II. 9 Zonas de afectación requeridas del km 2+000 al km 3+000



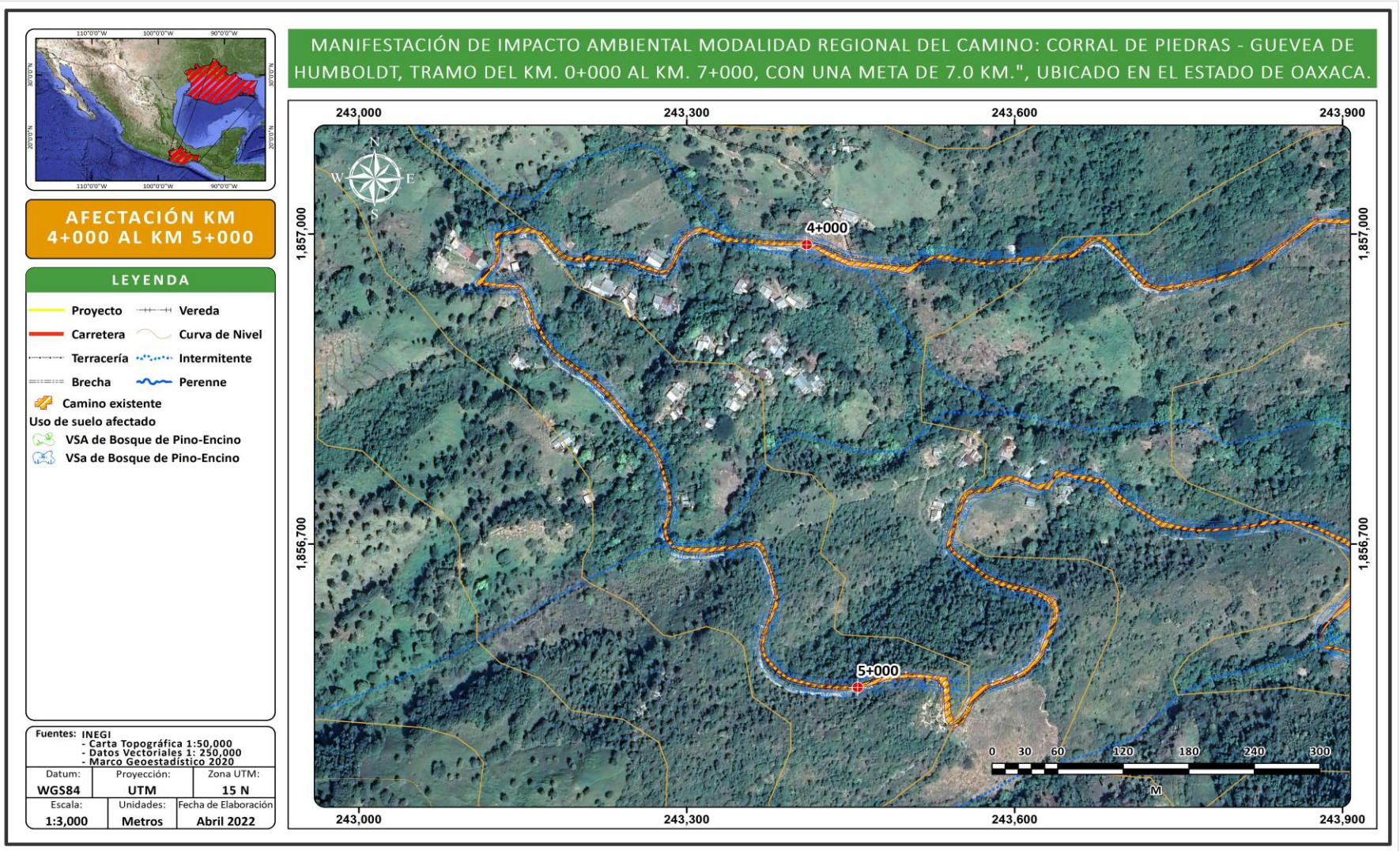
Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Imagen II. 10 Zonas de afectación requeridas del km 3+000 al km 4+000



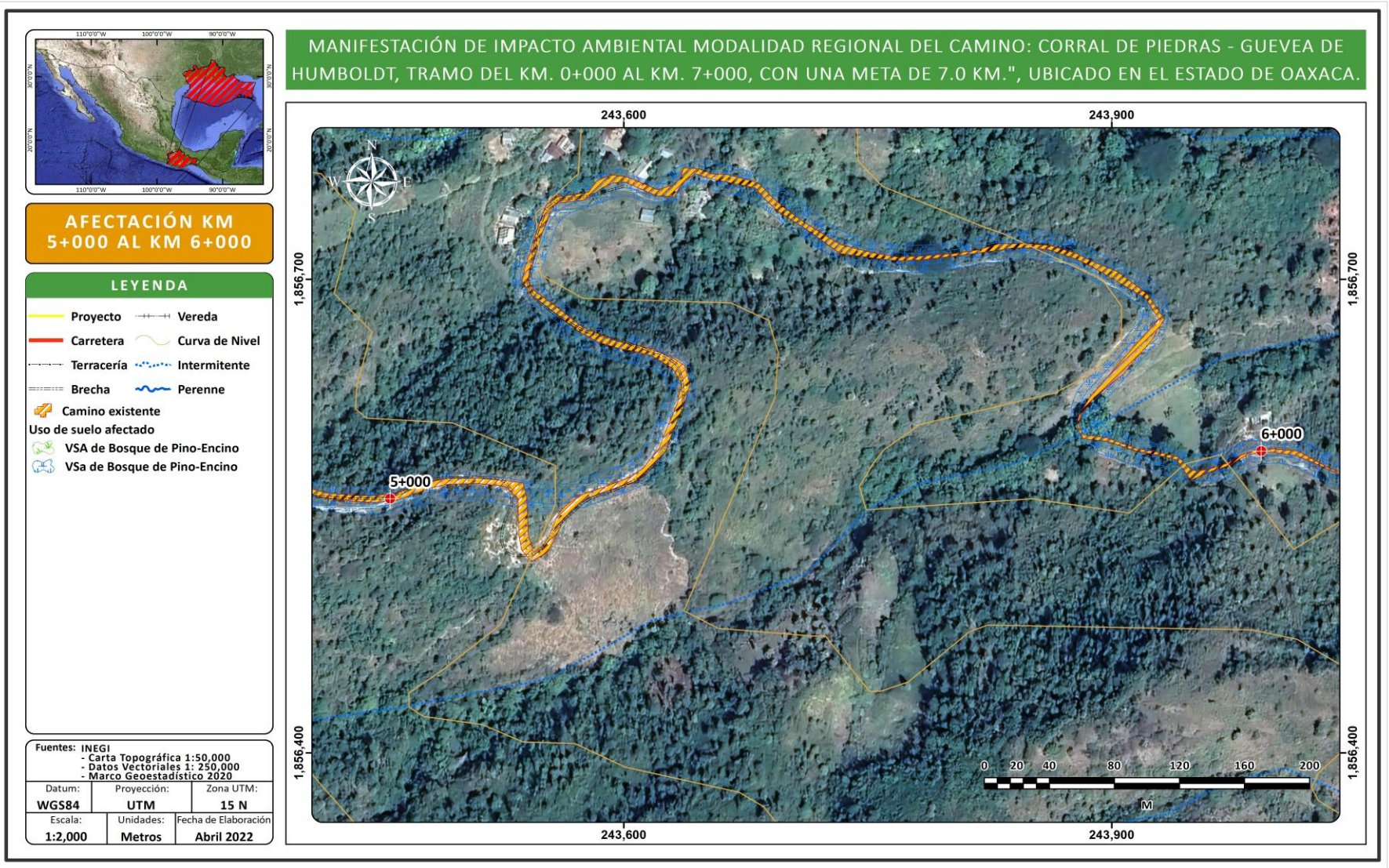
Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Imagen II. 11 Zonas de afectación requeridas del km 4+000 al km 5+000



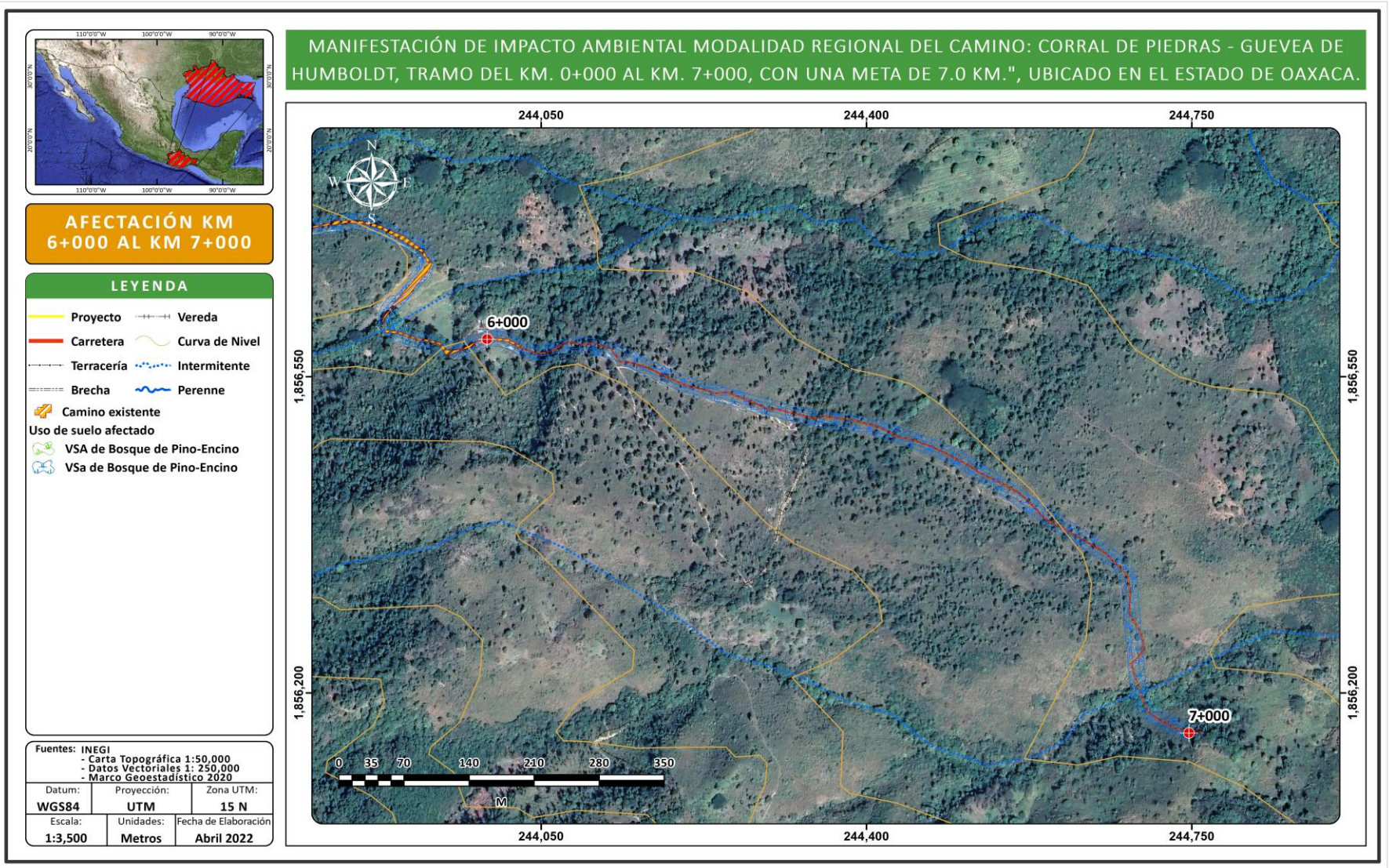
Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Imagen II. 12 Zonas de afectación requeridas del km 5+000 al km 6+000



Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Imagen II. 13 Zonas de afectación requeridas del km 6+000 al km 7+000



Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Para el desarrollo del proyecto, no se requerirán servicios complementarios, ya que el proyecto se desarrollará en un área donde existen todos los servicios y se encuentra bien comunicado. Se contará con patios de maquinaria y almacenes en los frentes de obra, los cuales también cumplirán con las especificaciones señaladas en el Manual Operativo. Su ubicación deberá estar fuera de los centros de población y estará avalado por la supervisión y las autoridades municipales.

Además del movimiento de tierras para la construcción de los terraplenes y la realización de cortes, se tienen las obras de drenaje superficial, como los lavaderos, bordillos y cunetas, cuya construcción requiere de concreto hidráulico. Para la construcción de las capas del pavimento se requerirá material de banco, es decir roca de buena calidad con diferente calibre de cribado, principalmente para las capas de base y carpeta asfáltica que se construye con cemento asfáltico.

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, alumbrado y para el alumbrado de las zonas de uso común, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watts. El voltaje será 220 voltios.

El combustible por utilizar será básicamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción se abastecerá de combustible en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte del mismo hasta donde la maquinaria o dispositivo lo necesite; para ello se contemplarán sitios de almacenaje en los patios de maniobras o talleres donde se almacena alguna cantidad en condiciones de seguridad y donde resulte más económico y práctico llevar a cabo el almacenaje, en las condiciones adecuadas y de seguridad aplicables, para el funcionamiento de la maquinaria en los frentes de trabajo.

Con base en el reglamento de PEMEX, el reglamento de Transporte Terrestre de la SICT y a la NOM-002-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1994 y a LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX, adicionalmente los lugares de expedición sólo podrán guardar en tambos de 55 galones y se recomienda que hasta un máximo de tres días de operación para minimizar condiciones de riesgo por conflagraciones, puesto que el riesgo de detonaciones no está contemplado, adicionalmente se deberán tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles. Los volúmenes requeridos en esta etapa del proyecto serán de aproximadamente 430 barriles de diésel y 410 barriles de gasolina, mismos que se suministrarán de acuerdo con la demanda de consumo que se tenga durante el avance de obra.

Se requerirá agua potable para consumo humano y agua cruda para la construcción (riegos, mezclas, etc.), ésta será suministrada a los frentes de trabajo en pipas de agua y bidones de plástico para el uso de los trabajadores. Se estima que, en esta etapa del proyecto, se requerirán del orden de 22 m^3/ día. Parte de los servicios que requiera el proyecto podrán ser abastecidos los Municipios aledaños al proyecto. Para el trabajo de terracerías se requieren en promedio 46 m^3/día, esta cantidad de agua contempla conformación de terraplenes en obra y bancos de tiro, así como en la conformación de subrasante y compactación en corte.

Se cumplirán con las condiciones de salubridad e higiene mediante el uso de sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores (1 por cada 20), arrendados a empresas especializadas en su manejo.

El proyecto asociado a la construcción de una carretera está invariablemente sujeto al uso de bancos de materiales. Muchos de éstos se encuentran en explotación, y están contenidos en el inventario de la S.C.T. *exprofeso*. Estos últimos serán lo que se emplearán para la construcción de este camino, ya que, en caso contrario, se requeriría obtener los permisos correspondientes en materia de impacto ambiental y de explotación de un banco de préstamo nuevo, lo que retrasaría la ejecución

de la obra y en caso de que esto último ocurra la empresa encargada de la construcción del camino será la encargada de tramitar los permisos necesarios.

En la siguientes imágenes y tablas se muestran los Bancos de Materiales autorizaos cercanos al proyecto, que serán empleados para la modernización propuesta, es importante mencionar que el presente estudio considera únicamente la autorización de la modernización del camino y los bancos de materiales no están considerados como actividades de dicho estudio, siendo responsabilidad de los propietarios de dichos bancos o de los contratistas el tramitar las autorizaciones correspondientes.

Tabla II. 7. Características de los bancos de materiales más cercanos al área del proyecto.

ELABORACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL CAMINO: GUEVEA DE HUMBOLDT - CORRAL DE PIEDRA, TRAMO DEL KM. 0+000.00 AL KM. 7+000.00, EN EL ESTADO DE OAXACA		BANCO DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA PAVIMENTOS
NOMBRE DEL BANCO:	TRITURADORA "MEGO"	DESPALME (m): S/DESPALME ANCHO (m): 50.00 LARGO (m): 500.00 ESPESOR (m): 10.00 VOL. APROV. m³: 250,000.00
UBICACIÓN:	DEL KM. 0+000.00, DESVIACION IZQUIERDA CON 69,500 MTS	COORDENADAS ZONA 15 Q X= 278,312 Y= 1´828,482
UTILIZACIÓN:	BASE HIDRAULICA, CARPETA ASFALTICA Y RIEGO SE SELLO	

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Es importante mencionar que, el proyecto presenta cruces con corrientes perennes e intermitente que actualmente se libran mediante estructuras de drenaje menor y el actual proyecto solo considera su sustitución y modernización, con la finalidad de cumplir con la normativa de la SICT.

Para el caso de la superficie de ocupación de zona federal, es importante señalar que la Ley de Aguas Nacionales define lo siguiente:

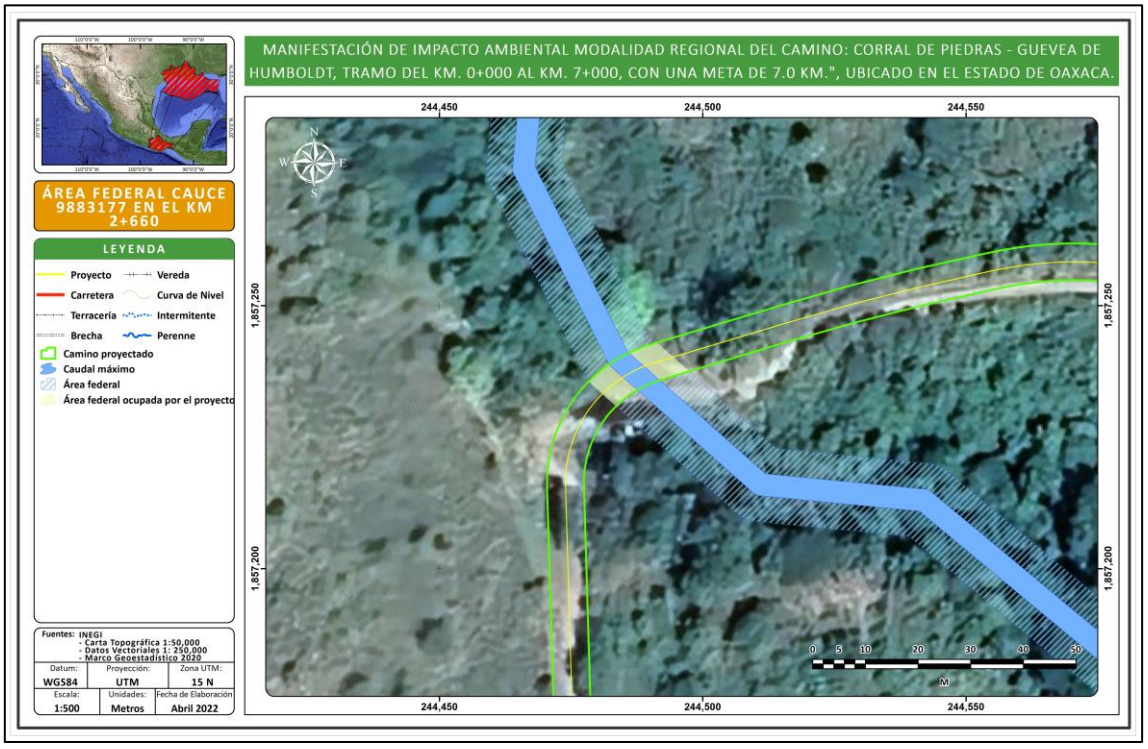
> *"Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de 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"*

Por lo cual una vez analizados los escurrimientos por lo que cruza el proyecto, los únicos cauces que presentan ocupación en zona federal son los identificados con los números 9883177, 9883084, ya que dichos cauces presentan un orden de escurriendo mayor a 2 y un ancho promedio mayor de 5 metros, esta información se obtuvo a partir del proyecto topo hidráulico, donde se llegó a las siguiente conclusiones para los cauces mencionados

- En la estación 2+660.00 (cauce 9883177) cruza una Barranca con escurridero bien definido que drena una cuenca de 827.12 Hectáreas cuyo aporte es de un gasto de 72.43 m3/seg (calculado de acuerdo con el método Racional Americano). Se proyectó una obra a base de Losa de 6.00m x 2.00m, el gasto que puede desalojar en el cruce es de 97.27 m3/seg. (Calculado por Manning).
- En la estación 4+060.00 cruza una Barranca con escurridero bien definido que drena una cuenca de 428.29 Hectáreas cuyo aporte es de un gasto de 37.51 m3/seg (calculado de acuerdo con el método Racional Americano). Se proyectó una obra a base de Losa de 4.00m x 3.50m, el gasto que puede desalojar en el cruce es de 45.70 m3/seg. (Calculado por Manning).

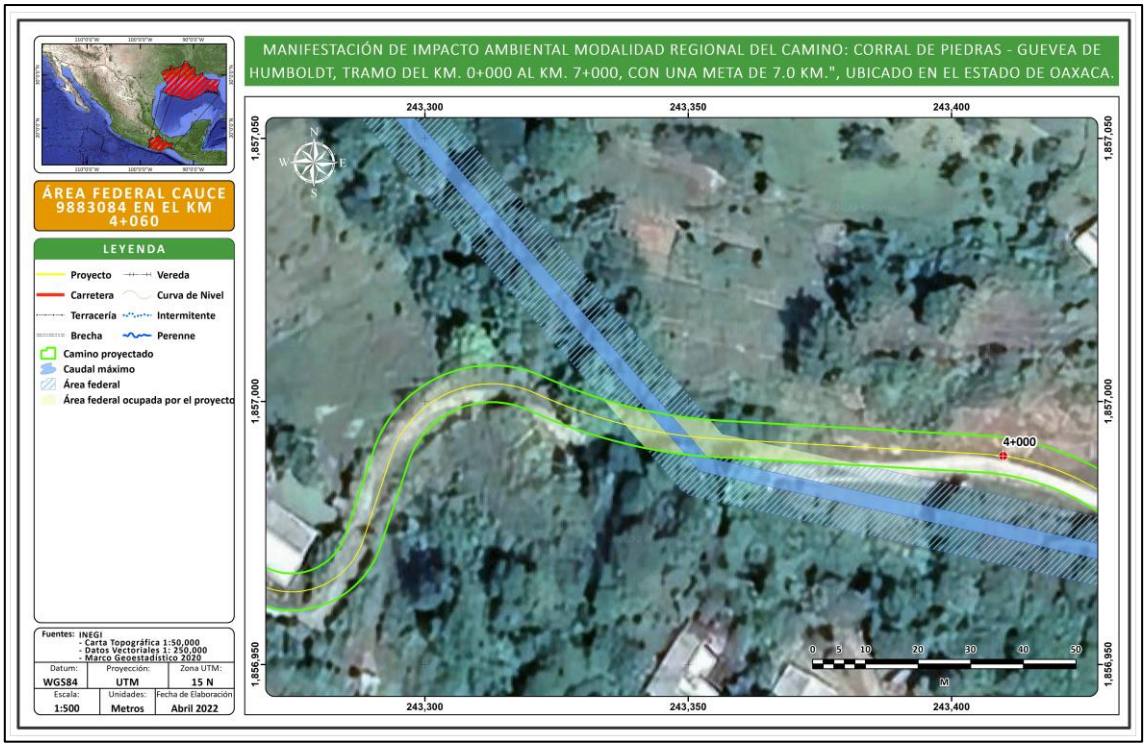
Por lo que se consideró una franja de 5 metros a cada lado de las márgenes de los cauces, como se muestra en las siguiente imágenes:

Imagen II. 14 Ocupación en Zona Federal del cauce 9883177



Fuente: CANÁN INGENIERIA, 2022.

Imagen II. 15 Ocupación en Zona Federal del cauce 9883084



Fuente: CANÁN INGENIERIA, 2022.

Tabla II. 8 Ocupación de las obras de drenaje proyectadas sobre cauces federales

Especificaciones geométricas	Obra de drenaje 2+640	Obra de drenaje 4+060
ID del cuerpo de agua sobre el cual será construido	9883177	9883084
Longitud total de la losa(m)	2 m	3.5
Ancho total de la losa(m)	6 m	4
Superficie de ocupación en la zona federal del cuerpo de agua (m^2)	76.13 m^2	159.44 m^2

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

Las actividades preparativas previas para el proyecto son el trazo en campo del eje de la vía de comunicación, utilizando brigadas de topógrafos, obtención de las autorizaciones necesarias, adquisición del derecho del libramiento (liberación) y la licitación de la obra.
Se utilizará como principal tecnología la maquinaria pesada que usa combustible diésel y lubricantes. Es necesaria una limpieza del terreno natural, básicamente la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural

Construcción

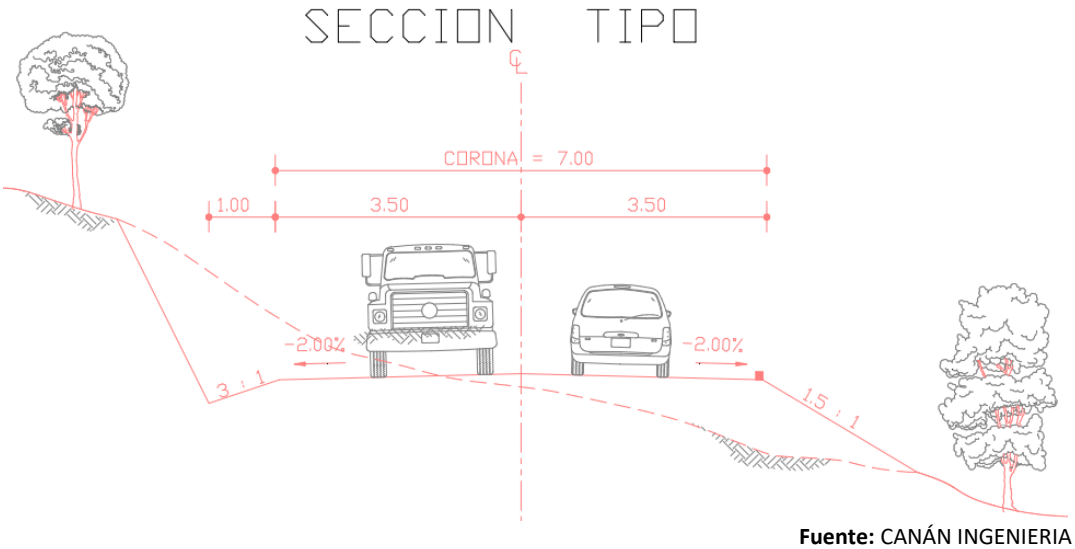
a) Descripción general de las obras civiles a realizar.

El proyecto corresponde a una Carretera "Tipo C" que contempla 7.0 Kilómetros del proyecto MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA. Dicho proyecto presenta las siguientes características geométricas de acuerdo con las especificaciones de las normas de servicios técnicos de la SICT, con una velocidad de proyecto de 40 km/h; el ancho de la calzada es de 7 m, con un carril de 3.50 m por cada sentido; el ancho total de corona es de 7.00 m y sin acotamientos.
El proyecto se desarrolla dentro de un ancho de derecho de vía de 40 m, con 20 m. a cada lado del eje. Transito promedio diario anual de 500 vehículos. Topografía plana con una inclinación máxima de 8%. La sección estructural de la carretera está integrada por una capa de terraplén de altura variable, capa subrasante de 30 cm., una base Hidráulica con un espesor de 0.20 m. y una Carpeta Asfáltica de 5 cm. Los taludes por utilizar son variables para el terraplén dependiendo de la altura que se tenga y para los cortes se emplearan taludes de ¾ X 1

Además de la utilización del material producto de la excavación, se considerarán los bancos de materiales autorizados por la SICT y será la empresa constructora la encargada de determinar dichos bancos, por lo que, las actividades inherentes a los bancos de materiales no se encuentran dentro del alcance de este proyecto.
El material que se utilizará en las terracerías y estructuras del pavimento de la carretera es responsabilidad de cada empresa constructora encargada de la explotación de tales bancos, por lo que serán dichas empresas las encargadas de la obtención de autorizaciones en materia de impacto ambiental ante las autoridades locales respectivas.
La principal actividad por desarrollar consiste en el "movimiento de tierras", necesario para conseguir una superficie uniforme que se constituirá en la base de la capa de rodamiento de los vehículos. Dicho movimiento consiste en hacer "cortes" de material pétreo en las partes elevadas y transportarlo a las partes bajas para formar "terraplenes" consiguiendo con ello una superficie

geométrica, los faltantes de material, en donde los hubiese, se habrán de completar con material proveniente del banco de préstamo señalado, si hubiese material sobrante habrá de disponerse a los bancos de tiro. Este movimiento compensatorio es la curva masa, donde una solución ideal sería aquella en que los volúmenes de corte fuesen iguales a los requeridos para formar los terraplenes.

Imagen II. 16. Sección Tipo del proyecto.

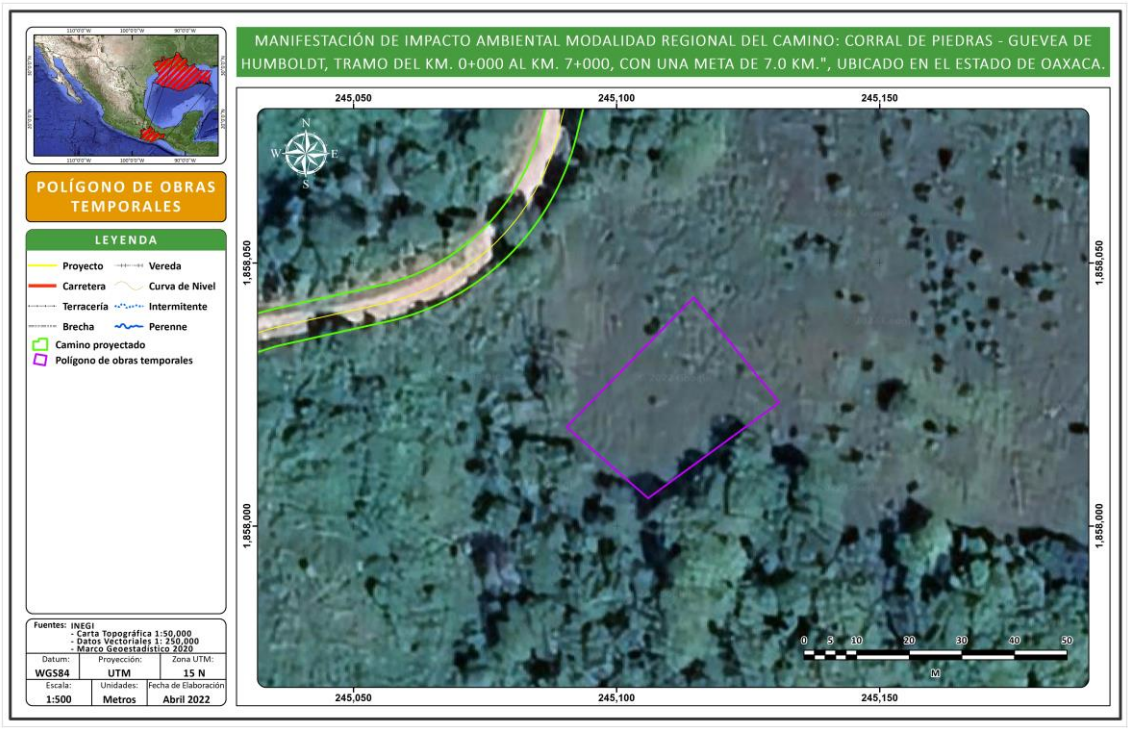


Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

El proyecto geométrico de la carretera está dividido en una solo etapa. La capa superior del cuerpo formado habrá de pavimentarse y terminarse con una carpeta asfáltica, esta última constituye la superficie que sustentará el tránsito vehicular. La obra integra dispositivos y señalamientos que facilitan la conducción y propician seguridad de operación. El diseño de pavimento se basa en las condiciones del material y características encontradas en el estudio de mecánica de suelos, entre las obras complementarias que se tienen para el proyecto destacan las siguientes:

- **Construcción de caminos de acceso:** El proyecto MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA**.** Se trata de la modernización de un camino existente, por lo que no será necesario abrir nuevos 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 y al frente de obra, y se reubicará según el avance de la obra misma. Sus dimensiones serán de aproximadamente 11 m^2 y su estructura será hecha a base de madera, cartón y lamina. Se restringirá el retiro de vegetación para su instalación, así como el almacenar materiales inflamables, grasas, aceites y/o combustibles, por lo que únicamente se guardarán herramientas básicas y materiales para la construcción. Además de la zona de almacenamiento de herramientas básicas, se contempla un sitio para las demás obras temporales (patio de maquinaria y talleres) dicha superficie será adjunta al almacén descrito y se localizará cerca del Km 0+500, en un predio contemplado dentro de la línea de ceros, lo cual no generará impactos adicionales a los de la carretera ya que se localiza dentro de las zona de afectaciones contempladas, el predio tiene una superficie de 750 m^2 el cual es suficiente para todas las actividades propuestas.

Imagen II. 17 Sitio de obras temporales



Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Tabla II. 9 Coordenadas del sitio seleccionado para las obras provisionales

Superficie	Vértice	UTM Zona 15N		Geográfica	
		Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
750 m²	1	245,114.61	1,858,043.44	-95° 23' 28.88"	16° 47' 29.93"
	2	245,130.89	1,858,023.50	-95° 23' 28.33"	16° 47' 29.29"
	3	245,105.99	1,858,005.30	-95° 23' 29.16"	16° 47' 28.68"
	4	245,090.50	1,858,018.86	-95° 23' 29.69"	16° 47' 29.12"

Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Imagen II. 18 Condiciones actuales del sitio de obras provisionales



Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

- **Campamentos y dormitorios:** Los trabajadores serán originarios principalmente de los Municipios y comunidades contiguas 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.
- **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 15 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 material para el relleno, nivelación y la modernización del trazo carretero, el proyecto deberá de emplear los bancos de materiales antes descritos.
- **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 desmonte de vegetación y algunos recipientes de aceites cuando se lleguen a usar motosierras, 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, producto de los cortes. 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**: como envases desechables, etc. serán recolectados por el constructor y llevados al relleno sanitario municipal; 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:** se localizará en el predio antes señalado el cual es suficiente para resguardar toda la maquinaria y es un predio aledaño a la carretera.
- **Planta de asfalto:** Se pretende utilizar la planta de asfalto más cercana, la cual dará abastecimiento durante la duración de la etapa de construcción, 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.

El proyecto contempla un periodo de 72 meses para las etapas de preparación del terreno y construcción del proyecto; sin embargo, las etapas de operación y mantenimiento serán continuas y a largo plazo.

Tabla II. 10. Diagrama de Gantt del cronograma de obra.

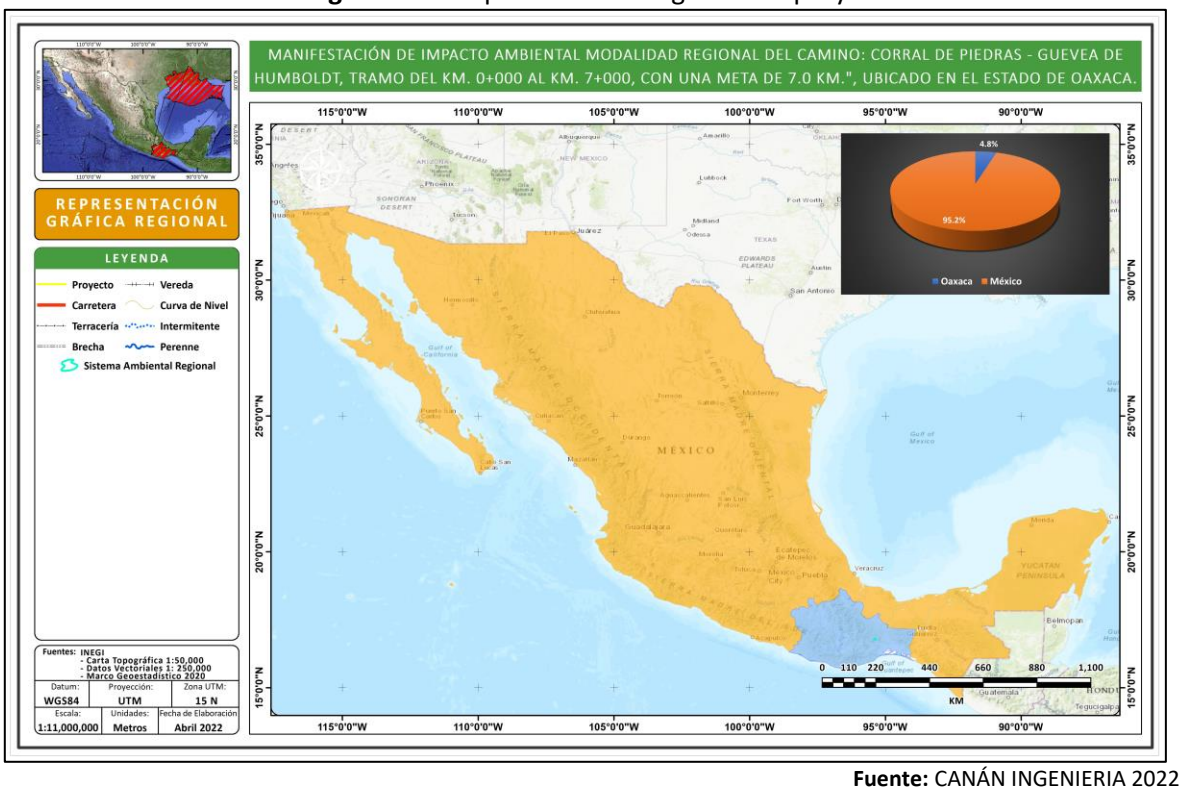
N°	CONCEPTO	MESES																							
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72
I. PREPARACIÓN DEL SITIO																									
1	Despalme																								
2	Utilización de bancos de material																								
II CONSTRUCCIÓN																									
3	Obras de drenaje																								
4	Terracerías																								
5	Cortes y excavación																								
6	Compactaciones																								
7	Formación de la capa subrasante																								
8	Base Hidráulica																								
9	Colocación de Carpeta asfáltica																								
10	Riego de impregnación y liga.																								
11	Lavaderos																								
12	Acarreos																								
13	Señalamiento																								
14	Vigilancia de las medidas de mitigación																								
15	Retiro de plantas de concreto asfáltico e hidráulicos.																								
16	Rehabilitación de sitios usados para plantas asfálticas																								
17	Desmantelar almacén temporal.																								
18	Retirar por completo el material inerte y cualquier derrame de asfalto, cemento, concreto asfáltico o hidráulico.																								
19	Limpieza General de áreas utilizadas.																								
III OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																									
20	Programa de conservación preventiva y correctiva (SICT).																								
21	Programa de conservación rutinaria.																								
22	Programa de ayuda mutua con instituciones para el caso de un siniestro																								
23	Reposición de señales.																								
24	Mantenimiento Preventivo.																								
25	Mantenimiento Mayor.																								

Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

El proyecto se localiza en el Estado de Oaxaca, el cual se ubica en la porción sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 15°39' y 18°42' de latitud norte, entre los 93°52' y 98°32' de longitud oeste. Limita al norte con Puebla y Veracruz, al sur con el océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con el estado de Guerrero. Tiene una superficie de 95,364 km^2, cifra que representa el 5 % del total del territorio de la República Mexicana.

Imagen II. 19. Representación regional del proyecto

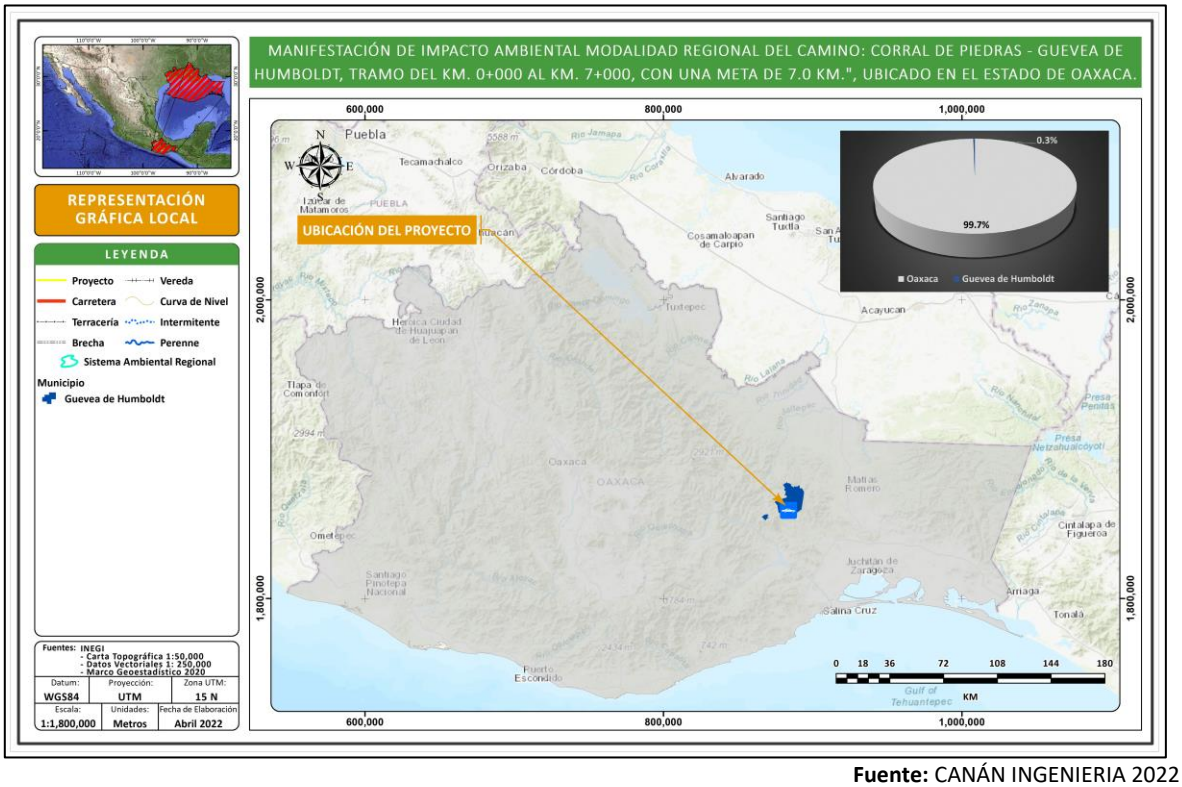


Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

- El Guevea de Humboldt se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec al suroeste del estado de Oaxaca, en los paralelos 16°43’ y 16°58’ de latitud norte; los meridianos 95°18’ y 95°35’ de longitud oeste; altitud entre 300 y 1 600 m. El municipio de Guevea de Humboldt geográficamente está dividido en dos áreas: La parte principal colinda al norte con los municipios de Santiago Lachiguiri, San Juan Mazatlán y Santa María Guienagati; al este y sur con el municipios de Santa María Guienagati; al oeste con los municipios Santiago Lachiguiri y San Juan Mazatlán. La fracción restante colinda al norte, este, sur y oeste con el municipio de Santiago Lachiguiri. Ocupa el 0.30% de la superficie del estado.

Imagen II. 20. Representación local del proyecto



Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

Las actividades preparativas previas para el proyecto son el trazo en campo del eje utilizando brigadas de topógrafos, la obtención de las autorizaciones necesarias, la adquisición del derecho de vía (liberación) y la licitación de la obra.

Como fase previa a las operaciones constructivas, es necesaria una limpieza del terreno natural, que consiste en la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural, (despalme cuando se requiera la eliminación de una capa superficial de terreno, incluidos matorrales y vegetación herbácea).

Antes del movimiento de tierras se deberá hacer el despalme, para lo cual se utilizará como principal tecnología la maquinaria pesada que usa combustible diésel y lubricantes, consistente en un tractor de orugas, tractor Caterpillar D8-N u otro similar, camión de volteo de 12 m^3, la longitud total de la obra se dividirá en tramos de 1 km con longitud de ataque de 100 m.

A la superficie desmontada se le agregan las superficies afectadas por los reducidos y escasos accesos provisionales, que serán los mínimos debido a la existencia de numerosos caminos utilizados por las poblaciones locales.

No obstante, estos caminos de acceso aún no están determinados pues será la contratista al momento de realizar la obra la que los definirá según convenga al proyecto, los cuales estarán en función del número de frentes que se abran en forma simultánea y el número y ubicación de los sitios de tiro y bancos. De tal manera que solamente es factible estimar el área a desmontar para el proyecto de forma directa, la que estará dada por el ancho entre línea de ceros, esto es el ancho de corona más el ancho de los taludes. Se considera un desmonte no solo a lo largo del eje del proyecto, en caminos de acceso y el ocasionado por los bancos de tiro.

- ***Despalme.*** **-** La técnica a usar para el despalme, será mediante el uso de maquinaria pesada, en las áreas que se verán afectada por las acciones de construcción de la carretera. Los horizontes edáficos resultantes serán almacenados para su posterior uso en acciones de rehabilitación ambiental o como material de cubierta en el relleno sanitario municipal o en los bancos de material en proceso de cierre.

- ***Drenaje menor.*** **-** Antes de iniciar la construcción de los tramos de terracerías compensadas, se deberá haber concluido la construcción de las obras de drenaje menor dentro, para ello, previamente, la obra de drenaje será cubierta con material adecuado para formar los terraplenes y compactada por medios manuales. Se ha hecho una estimación cuantitativa de las obras de drenaje por comparación con proyectos similares, considerando que el tipo de obra propuesto en los diferentes tramos está determinado por la topografía accidentada de cada tramo del recorrido del proyecto.

- ***Cortes.*** **-** Las excavaciones en las zonas de corte son ejecutadas a cielo abierto y la maquinaria para la excavación será la adecuada para cada tipo de material que se presente en los diferentes tramos. Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que permita el drenaje del corte, las cunetas se perfilarán con la oportunidad necesaria y en forma tal que el desagüe no provoco ninguna alteración o favorezca el debilitamiento de los cortes ni a los terraplenes.

  Todas las piedras flojas y material suelto en los taludes serán removidos y para dar por terminado un corte, al nivel de la capa inferior a la subrasante, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado, acuerde con lo definido en el proyecto.

- ***Acarreos.*** **-** El transporte de material producto de cortes y excavaciones al sitio de formación del terraplén es lo que se denomina acarreo. Acarreo libre o no pagado es el efectuado hasta los 20 m del corte, el excedente es el denominado sobre acarreo y este se hace en camiones de caja (materialistas o de volteo) El sobre acarreo de los materiales se considera como sigue:

  Hasta 5 estaciones de 20 m, es decir hasta 100 m (1 Hm) contados a partir del origen.
  Hasta 500 m (5 Hm) contados a partir del origen.

  En los bancos de préstamos, la distancia es partir del centro del lugar de excavación del préstamo al terraplén, sobre la ruta más corta y/o conveniente, a juicio de SICT. Los despalmes, desperdicios, derrumbes, escalones, ampliación, abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes o terraplenes de los sitios de tiro, se mide desde el centro de lugar de excavación o derrumbe, en la ruta accesible más corta y/o conveniente, según la SICT.

  Para el agua utilizada en la compactación de terraplenes, se considera a partir del lugar de extracción de esta, sobre la ruta más corta y/o conveniente hasta el sitio de compactación, cabe aclarar que el agua se obtendrá de los escurrimientos o cuerpos de agua cercanos al trazo, incluso se puede utilizar el agua tratada derivada de alguna planta de tratamiento.

- ***Terraplén.*** **-** El terraplén es una estructura formada con material producto de corte, sobre la misma terracería, o proveniente de un banco de préstamo.

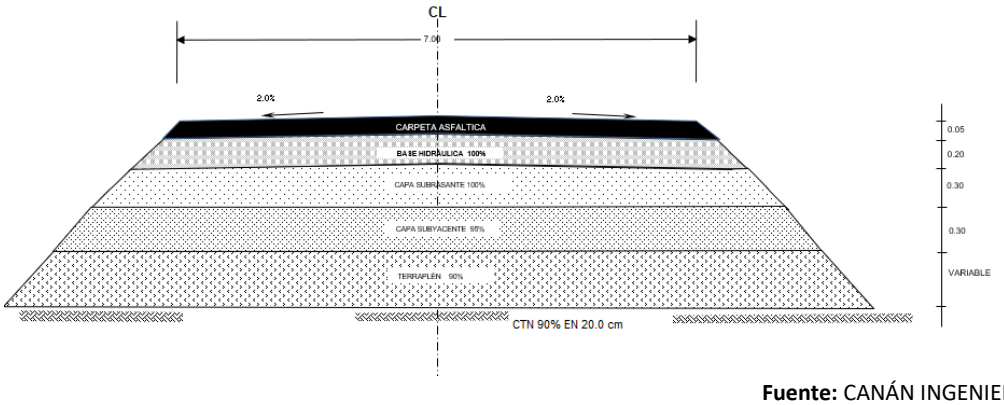
  Antes de iniciar la construcción de los terraplenes con material de corte, se rellenarán los huecos motivados por el desenraice, se escarificará y se compactará el terreno natural o el despalmado en el área de desplante. La formación del cuerpo del terraplén se llevará a cabo tendiendo una capa, del espesor que permita el tamaño máximo del material, pero no menor de 30 cm, en todo el ancho entre línea de ceros y en 20 m de longitud. Se regará agua sobre la capa, en cantidad aproximada a 100 L/m^3 de material y se someterá la capa regada al tránsito de un tractor de oruga con garra y peso de 20 ton, pasando tres veces por cada uno de los puntos que formen la superficie. Se compactará al 90% la capa con la ayuda de la maquinaria llamada pata de cabra, con la misma se procederá a raspar y aplanar el terreno con la cuchilla o bien con una motoconformadora. La capa subyacente o de transición será de 0.20 m de espesor, si la altura de los terraplenes es menor de 0.80 m y de 0.50 m si esta altura es mayor. En ambos casos, se deberá compactar al 95% de su PVSM según la prueba Proctor. El procedimiento por seguir será el del punto anterior, con las especificaciones dadas en este párrafo. La capa subrasante es la porción subyacente a la sub-corona, tanto en corte como en terraplén, a la que corresponden los movimientos de terracería más económicos se le conoce como subrasante económica.
  Para la obtención de las áreas y los volúmenes de trabajo, se clasificaron de acuerdo con la normativa vigente de la S.I.C.T.
  Se despalmará la capa vegetal con un espesor de 20 centímetros, fuera del camino existente ya realizado el despalme se procederán con los cortes correspondientes.

Conceptos de trabajo

- Despalmes: Cuando se tenga que remover la capa vegetal superficial. Tendrá un espesor de 20 centímetros
- Corte: Cuando se realice un corte profundizando o ampliando un corte existente, o un corte nuevo.
- Rebaje de corona: Cuando se profundice un corte hasta 1.20 metros de profundidad.
- Ampliación de Corte: Se denominará Ampliación de corte cuando la distancia del talud actual de corte y el del nuevo proyecto medido horizontalmente a la altura del piso sea igual o menor de tres metros.
- Escalones de liga: Se utilizarán cuando se desplante un terraplén y la pendiente transversal sea mayor del 25%. Tendrán una base de 2.50 metros.
- Terraplén: Se terraplenará hasta alcanzar el nivel de piso que soportará la capa subrasante con una grado de
- compactación de 95% P.V.S.M

Estructuras del pavimento. - Estructuras del pavimento son el conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento, un ejemplo de dichas capas se muestra en la siguiente imagen:

Imagen II. 21. Esquema de la Estructura del pavimento.



Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

- ***Base Subrasante. -*** Capa o conjunto de capas que se forman sobre la subrasante, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitirlas a la terracería, distribuyéndolas en tal forma que no produzcan deformaciones. Sobre la subrasante se construye una sub-base de 0.30 m de espesor. El material que forme esta capa se deberá compactar al 100% de su P.V.S.M. La descarga de los materiales que se utilizan en la construcción de la sub-base debe hacerse sobre la subrasante por estación de 20 m. En caso de utilizar dos o más materiales se mezclarán en seco a fin de obtener un material uniforme. Se procederá con la motoconformadora para hacer el tendido, se extenderá el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad requerida y obtener homogeneidad en granulometría y humedad. Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar un 95%, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto, en caso de necesitarse se escarificará superficialmente y se regará la última capa, podrá efectuarse la compactación en capas de

espesores mayores de 15 cm, siempre y cuando cumpla con la compactación adecuada. En las tangentes, la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior. Para dar por terminada la construcción de la sub-base, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

- ***Base hidráulica.*** **-** Sobre la superficie de corte compactada y la subrasante de las franjas de ampliación debidamente terminada, se construirá la capa de base hidráulica de 20.0 cm, de espesor utilizando material producto del banco Rancho Las Piedras, ubicado en el km 17+620, con 1,400 m de desviación a la izquierda del camino en estudio.
  El material que conforme esta capa, se deberá compactar como mínimo al 100% de su P.V.S.M. calculado con la prueba AASHTO modificada 5 capas, citada en el capítulo 6.01.03.009-M-04, correspondiente al método de prueba 6.01.01.002.K.05, del libro 6.01.03, de las Normas de Muestreo y Pruebas de los Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas; Pavimentos (I).

- **Riego de impregnación. -** Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada, ligeramente húmeda en la superficie y barrida, se aplicará en todo lo ancho de la sección, así como en dichos taludes que formen el pavimento, un riego de impregnación con emulsión asfáltica para impregnar, a razón de 1.5 l/m².

- **Riego de liga. -** Sobre la base hidráulica terminada, se aplicará un barrido enérgico con equipo mecánico, para eliminar todo tipo de material suelto y/o contaminante, para de inmediato proceder a la aplicación del riego de liga para la carpeta, con emulsión asfáltica de rompimiento rápido, a razón de 0.6 lt/m².

- **Carpeta de concreto asfáltico. -** Una vez que la emulsión de la liga haya alcanzado su rompimiento, se dará paso a la construcción de la carpeta de concreto asfáltico de 5.0 cm de espesor compacto, utilizando mezcla asfáltica en caliente elaborada en planta estacionaria a tamaño máximo de ¾", y extendida con máquina pavimentadora (finisher); cuyo grado de compactación será como mínimo del 95% de su P.V.M., calculado con la prueba Marshall, citada en el capítulo 6.01.03.009-M-04, correspondiente al método de prueba 6.01.03.012.D.05, del libro 6.01.03, de las Normas de Muestreo y Pruebas de los Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas; Pavimentos (II).

- **Riego de sello. -** Se aplicará un material asfáltico, que se cubrirá con una capa de material pétreo, para impermeabilizar la carpeta, protegerla del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante. Los materiales asfálticos que se empleen serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido. Antes de aplicar el riego de sello la superficie por tratar deberá estar seca y será barrida para dejarla exenta de partículas extrañas. Se dará el riego del material asfáltico en todo el ancho de la corona, se aplicará un riego de sello empleando material pétreo tipo 3-A, a razón de 10 L/m^2. Se cubrirá el riego de material asfáltico por una capa de material pétreo con esparcidores mecánicos. A continuación, se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso de 4.5 a 7.3 ton, pasando una rastra de cepillos de fibra o de raíz, las veces que se considere necesario, para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y ondulaciones.

OBSERVACIONES.

1. En todos los casos el cuerpo del terraplén se compactará al 90% o se bandeará según sea el caso las capas de transición y subrasante se compactarán al 95% y 100% respectivamente; los grados de compactación indicados son respecto a la prueba AASHTO estándar, quedando a juicio del Laboratorio de Control aplicar la prueba que corresponda.
2. En todos los casos, cuando no se indique otra cosa, el terreno natural después de haberse efectuado el despalme correspondiente, el piso descubierto deberá compactarse al 90% de su PVSM en una profundidad mínima de 0.15 m. o bandearse según sea el caso.
3. Se debe eliminare aquellos materiales que por sus características no debe utilizarse ni en construcción del cuerpo del terraplén.
4. Se debe seleccionar aquellos materiales que por sus características solo puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén, mismo que deberá compactarse al 90% de su PVSM o bandearse según sea el caso.
5. Se debe seleccionar aquellos materiales que por sus características puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén, capa de transición y capa subrasante.
6. En terraplenes formados con este material, se deberá construir capa de transición de 0.20 m. de espesor, cuando la altura de estos sea menor de 0.80 m y cuando sea mayor, la transición será de 0.50 m y en ambos casos se proyectará capa subrasante de 0.30 m de espesor.
7. En terraplenes formados con este material, se deberá proyectar capa de transición de 0.20 m. de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m. compactadas al 95% y al 100% respectivamente, las cuales se construirán con material de banco de préstamo cercano.
8. En cortes formados en este material la cama de corte se deberá compactar al 95% de su PVSM, en una profundidad mínima de 0.20 m. y se deberá proyectar capa subrasante de 0.30 m. de espesor, compactándola al 100%, con material de banco de préstamo cercano.
9. Se deberá proyectar en cortes y terraplenes bajos, capa de transición de 0.50 m. de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m., en caso de ser necesario se deberán abrir cajas de profundidad suficiente para alojar las capas citadas; ambas capas se proyectarán con préstamo del banco más cercano.
10. En los cortes se deberán escarificar los 0.15 m. superiores y acamellonar, la superficie descubierta se deberá compactar al 100% de su PVSM en un espesor mínimo de 0.15 m. con lo que quedará formada la primera capa subrasante, con el material acamellonado se construirá la segunda capa subrasante, que deberá compactarse al 100% de su PVSM.
11. En cortes formados en este material, se proyectará únicamente capa subrasante de 0.30 m. de espesor mínimo, compactándola al 100% y se construirá con material de préstamo del banco más cercano.
12. En cortes formados en este material, se escarificarán los primeros 0.30 m. a partir del nivel superior de subrasante, se acamellonará el material producto del escarificado y se compactará la superficie descubierta al 95% hasta una profundidad de 0.20 m. Posteriormente, con el material acamellonado se formará la capa subrasante de 0.30 m. de espesor, misma que deberá compactarse al 100% de su PVSM.
13. En el caso de cortes y terraplenes formados en este material se deberá proyectar, capa de transición de 0.20 m. de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 m. compactadas dichas capas al 95% y 100% de su PVSM respectivamente; ambas capas se construirán con material de préstamo del banco más cercano.

- **Actividades para el desmantelamiento y abandono de las instalaciones.-** Este tipo de obras para vía de comunicación no se abandonan, en lugar de eso el mantenimiento es constante

incluso cuando los materiales de que están conformadas llegan al final de su vida útil, lo que procede es un mantenimiento mayor, ya sea una reestructuración de las capas del pavimento o incluso una modernización, corrección del trazo o la ampliación, como en el presente proyecto, para que brinde un mejor servicio y con una mayor seguridad, todo esto para que continúe operando la vialidad por tiempo indefinido.

Las plantas para la elaboración de concretos asfálticos e hidráulicos después de la construcción de la Carretera deberán retirarse, y la superficie utilizada deberá rehabilitarse, de acuerdo con el uso que tenía antes de la instalación de dichas plantas.

Durante el tránsito de camiones de carga y depósito de materiales para la fabricación del asfalto y concreto, la compactación del suelo por la circulación de camiones y los materiales que se almacenarán de tipo inerte inhabilitarán el sitio para el crecimiento de plantas, en este caso se debe retirar por completo el material inerte y cualquier derrame de asfalto, cemento, concreto asfáltico o hidráulico y localizar en el sitio suelo con materia orgánica en cantidad suficiente para la propagación de especies vegetales.

Los sitios que se desmontarán y que después serán utilizados para transitar con camiones o maquinaria pesada, los cuales pueden ser caminos de acceso, patios de maniobras, plantas de asfalto o de concreto hidráulico o bancos de material, en general los problemas que presenta son perdida de árboles y cobertura vegetal incluyendo los horizontes superficiales del suelo, además de compactación de la superficie resultante. Las acciones correctivas para la restitución de las condiciones originales o incluso mejorar las tendencias negativas serán, escarificar el suelo utilizado para disminuir su compactación, después colocar materia orgánica para propiciar la formación del suelo vegetal.

DRENAJE MENOR

Procedimiento constructivo de las obras de drenaje menor y subdrenaje

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 Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.

OBRAS DE SUBDRENAJE

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).

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.

b. 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.

c. 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).

c) **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 revestir 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).

d) 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.

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 hidráulico 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 el proporcionamiento indicado 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).

OBRAS DE DRENAJE MENOR

a) 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, mayor 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.**

b. Capa de cimentación

En el caso a que se refiere el Inciso G.2.3. de esta Norma, sobre el fondo de la excavación, en todo su ancho, se colocará una capa de cimentación de veinte (20) centímetros de espesor, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, formada con material para subrasante, que cumpla con las características especificadas en la **Norma N•CMT•1•03, Materiales para Subrasante** y se compactará hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a su masa volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO estándar, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO.**

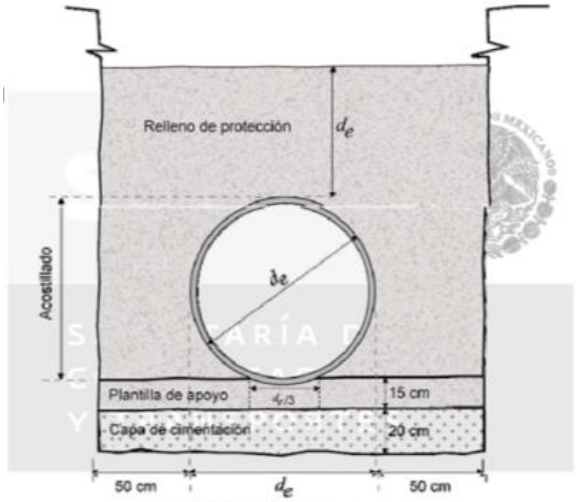


FIGURA 1.- Relleno de la excavación

c. Plantilla de apoyo

Sobre el fondo de la excavación o, en su caso, sobre la capa de cimentación se colocará una plantilla de apoyo de quince (15) centímetros de espesor en todo el ancho de la excavación, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma.

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la plantilla se formará con un material para subbase, que cumpla con las características especificadas en la **Norma N•CMT•4•02•001, Materiales para Subbases.**

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, la plantilla se compactará hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a su masa volumétrica seca máxima obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO,** dejando sin compactar la franja central de la plantilla con ancho igual a un tercio (⅓) del diámetro exterior del tubo, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma. La pendiente de la plantilla será igual que la pendiente de la alcantarilla indicada en el proyecto.

Para tubos corrugados de polietileno de alta densidad con diámetro nominal de mil cincuenta (1 050) milímetros o mayor, en la franja central sin compactar de la plantilla de apoyo, se harán hendiduras transversales de dos coma cinco (2,5) centímetros de profundidad, con ancho ligeramente mayor que el de las campanas de unión de los tubos, en los sitios donde se ubiquen las juntas de la tubería, con el propósito de asegurar que el tubo quede completamente apoyado.

d. Colocación de los tubos

La colocación de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad se hará siempre de aguas abajo hacia aguas arriba, de forma que sus campanas queden siempre aguas arriba.

Inmediatamente antes de conectar dos tubos, se limpiarán la campana, la espiga y el empaque elastomérico, de forma que el sistema de unión esté libre de tierra, polvo u otro material que pudiera afectar la hermeticidad de la conexión y se aplicará generosamente el lubricante que recomiende el fabricante de los tubos, en la pared interior de la campana y en el empaque, evitando que las partes ya lubricadas puedan ensuciarse.

La conexión de los tubos se hará manteniendo fija la campana e introduciendo la espiga del siguiente tubo con su empaque elastomérico colocado, cuidando que éste se mantenga siempre en su posición correcta.

Cuando se presente corriente de agua o filtraciones durante la colocación de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, el Contratista de Obra, por su cuenta y costo, hará lo necesario para desviar el agua temporalmente, mediante canales, bombeo u otro procedimiento aprobado por la Secretaría.

e. Relleno de protección

El relleno de protección que se coloque a los costados (acostillado) y arriba de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, se hará de acuerdo con lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•011, Rellenos** y salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, hasta una altura arriba de la clave de los tubos igual a su diámetro exterior, se usará un material para subbase que cumpla con las características especificadas en la Norma N•CMT•4•02•001, Materiales para Subbases.

El relleno de protección en el acostillado se acomodará simétricamente a ambos lados de los tubos de polietileno de alta densidad, en capas no mayores de quince (15) centímetros, cuidando que penetre en los valles de las corrugaciones, pero evitando que los tubos se muevan. Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cada capa se compactará simultáneamente a ambos lados del tubo, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO.**

El relleno de protección arriba de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, hasta una altura igual al diámetro exterior de los tubos, se extenderá en capas no mayores de quince (15) centímetros y salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cada capa se compactará con equipo manual ligero, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO.**

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, cuando el relleno de protección a que se refieren los Incisos G.6.2. y G.6.3. de esta Norma, sobresalga de la excavación, para protección de la estructura se formará sobre la tubería un relleno de sección trapecial, de acuerdo con lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•01•011, Rellenos**, con base superior igual a tres (3) veces el diámetro de la alcantarilla y una altura mínima sobre la clave de los tubos, igual que su diámetro exterior, como se muestra en la Figura 2 de esta Norma, con un material para subbase que cumpla con las características especificadas en la **Norma N•CMT•4•02•001, Materiales para Subbases**, compactado con equipo manual ligero, hasta alcanzar un grado de compactación mínimo de noventa (90) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima del material, obtenida en

la prueba AASHTO modificada, como se indica en el **Manual M•MMP•1•09, Compactación AASHTO.**

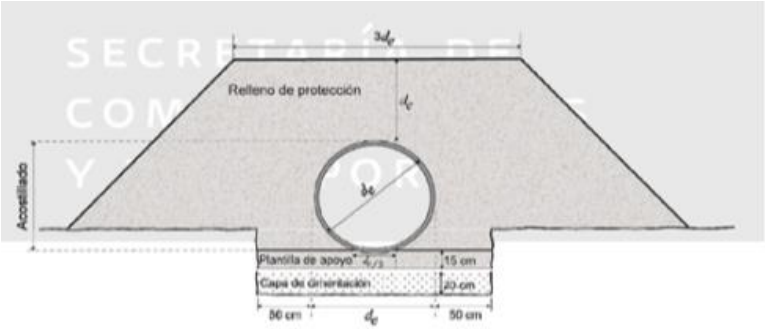


FIGURA 2.- Relleno de protección

Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, sólo se permitirá el tránsito de vehículos de construcción o el uso de compactadores vibratorios o tipo pata de cabra sobre la alcantarilla, una vez que el espesor de material sobre la clave de la tubería sea igual que el diámetro exterior de los tubos.

f. Muros de cabeza

Los extremos de la tubería formada con tubos corrugados de polietileno de alta densidad, se sujetarán con muros de cabeza, los cuales podrán provistos de aleros y delantales; construidos de mampostería, concreto ciclópeo o concreto armado, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, considerando lo indicado en las **Normas N•CTR•CAR•1•02•001, Mampostería, N•CTR•CAR•1•02•003, Concreto Hidráulico, N•CTR•CAR•1•02•004, Acero para Concreto Hidráulico y N•CTR•CAR•1•02•006, Estructuras de Concreto Reforzado.**

g. Zampeado

A la entrada y a la salida de la alcantarilla de tubos corrugados de polietileno de alta densidad, en caso de que se requiera, se realizará un zampeado conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en la **Norma N•CTR•CAR•1•02•002, Zampeado**.

Norma de Construcción. - (Norma N•CTR•CAR•1•03•014/09).

Dadas las características y condiciones que se observaron en campo con respecto a las obras de drenaje menor, se consideró que el camino no cuenta con suficientes obras para drenar el gasto de las escorrentías con influencia directa en el trazo y no se cumple con las especificaciones de las normas vigentes (N-PRY-CAR.4.01.002/16), por lo que, se realizó el estudio hidrológico correspondiente utilizando el método racional americano y con un periodo de retorno de 50 años y utilizando el 70% del área de la obra propuesta para calcular su gasto.
Para los cálculos hidrológicos se utilizaron tres métodos para estimar el gasto máximo, el Método de HUT, Método Vente Chow y el Método Racional Americano, siendo este último el que se utilizó para el diseño de las obras de drenaje, se estableció el criterio fundamental de hidrología en el que

intervienen las características fisiográficas de la cuenca y la intensidad de lluvia-duración y periodo de retorno de 25 años

CALCULOS HRIDAULICOS Y OBRAS PROPUESTAS

MÉTODO RACIONAL AMERICANO

Método desarrollado en el año de 1889, pero por su sencillez todavía se sigue utilizando. Hipótesis fundamental: una lluvia constante y uniforme que cae sobre la cuenca de estudio producirá un gasto de descarga el cual alcanza su valor máximo cuando todos los puntos de la cuenca están contribuyendo al mismo tiempo en el punto de diseño. La figura siguiente muestra la hipótesis básica de la fórmula racional.

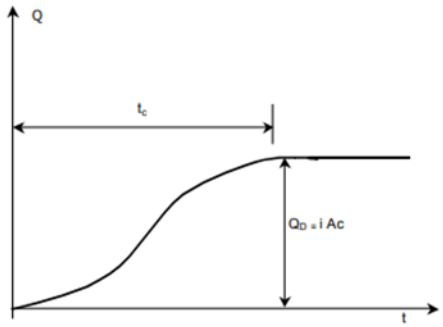


Figura 3.3. Hipótesis fundamental de la fórmula racional

La hipótesis se satisface para un lapso, denominado tiempo de concentración tc, definido como el tiempo que tarda el agua en fluir desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto de aforo o de estudio. El gasto pico o máximo se define con la expresión:

Qp = 0.278 C iA

donde Qp es el gasto máximo, en m3 /s; C es el coeficiente de escurrimiento; i es la intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, en mm/h; y A es el área de la cuenca drenada, en $km^{2.}$

Coeficiente de escurrimiento

Se define como coeficiente de escorrentía, C, de una superficie, S, al cociente del caudal que discurre por dicha superficie, Q_E, en relación con el caudal total precipitado, Q_T.

$$C=\frac{QE}{QT}$$

El valor del parámetro C varía mucho en función del tipo de uso del suelo.

Si la cuenca de estudio está integrada por diferentes tipos de superficie, se calcula un coeficiente de escurrimiento promedio ponderado.

$$C=\frac{C1A1+C2A2+\cdots.Ci\ Ai}{A1+A2+\cdots.Ai}.$$

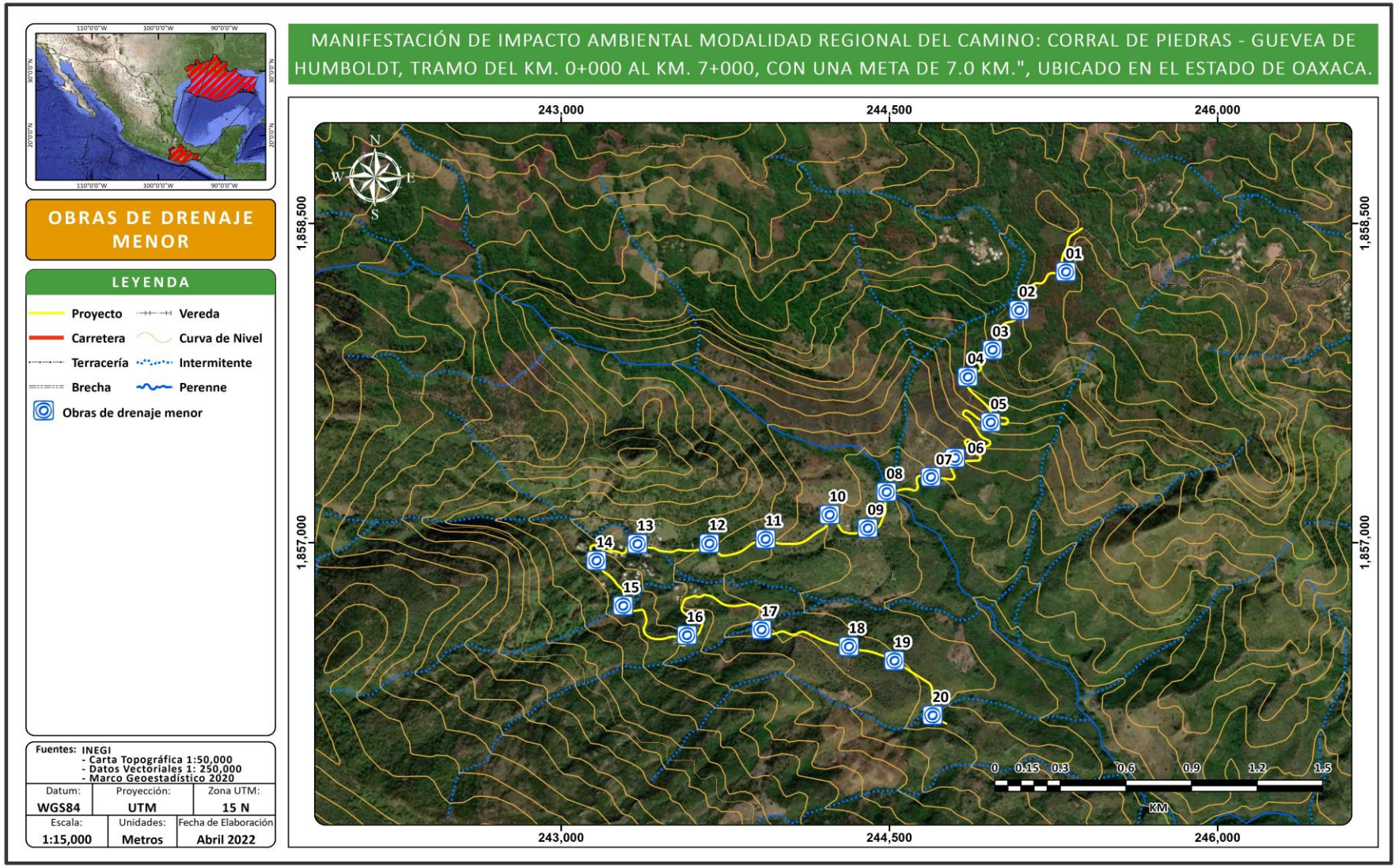
Se proyectaron un total de 20 obras de drenaje menor, localizadas en los cadenamientos y coordenadas que se muestran a continuación:

Tabla II. 11. Obras de drenaje Menor

N°	Cadenamiento	DATOS HIDRÁULICOS			Tipo de obra	UTM Zona 15N		Geográfica	
		A (Ha)	Q (m3/S)	q (m3/S)		Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
1	0+247.08	6.23	0.94	6.18	T.C. 1.20m Ø	245,306.43	1,858,272.20	-95° 23' 22.5"	16° 47' 37.44"
2	0+566.05	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	245,093.19	1,858,092.23	-95° 23' 29.63"	16° 47' 31.51"
3	0+800.00	11.29	1.7	4.94	T.C. 1.20m Ø	244,970.90	1,857,905.88	-95° 23' 33.68"	16° 47' 25.4"
4	1+006.61	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	244,857.59	1,857,778.05	-95° 23' 37.45"	16° 47' 21.2"
5	1+389.94	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	244,962.98	1,857,564.27	-95° 23' 33.81"	16° 47' 14.29"
6	2+107.00	OBRA DE ALIVIO			L. 1.50X1.20m	244,799.30	1,857,396.62	-95° 23' 39.26"	16° 47' 8.77"
7	2+383.57	OBRA DE ALIVIO			L. 1.50X1.20m	244,689.28	1,857,308.15	-95° 23' 42.94"	16° 47' 5.85"
8	2+660.00	827.12	72.43	97.27	L. 6.00X2.00m	244,486.73	1,857,237.49	-95° 23' 49.75"	16° 47' 3.48"
9	2+865.32	2.4	0.36	6.45	L. 1.50X1.20m	244,401.02	1,857,067.08	-95° 23' 52.57"	16° 46' 57.9"
10	3+082.10	6.57	0.99	7.23	T.C. 1.20m Ø	244,226.21	1,857,130.47	-95° 23' 58.5"	16° 46' 59.89"
11	3+431.39	4.84	0.73	7.23	L. 1.50X1.20m	243,934.18	1,857,015.73	-95° 24' 8.31"	16° 46' 56.05"
12	3+723.37	17.27	2.59	3.8	T.C. 1.20m Ø	243,677	1,856,995.58	-95° 24' 16.98"	16° 46' 55.29"
13	4+060.00	428.29	37.51	45.7	L. 4.00X3.50m	243,348.59	1,856,993.56	-95° 24' 28.06"	16° 46' 55.1"
14	4+448.36	14.27	2.14	7.15	T.C. 1.20m Ø	243,161.06	1,856,915.07	-95° 24' 34.36"	16° 46' 52.47"
15	4+707.05	85.85	11.31	11.49	T.C. 1.50m Ø	243,282.95	1,856,702.67	-95° 24' 30.16"	16° 46' 45.61"
16	5+120.00	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	243,574.40	1,856,564.35	-95° 24' 20.27"	16° 46' 41.23"
17	5+920.00	74.76	9.66	9.94	T.C. 1.50m Ø	243,915.33	1,856,590.89	-95° 24' 8.77"	16° 46' 42.23"
18	6+340.00	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	244,314.77	1,856,510.73	-95° 23' 55.26"	16° 46' 39.78"
19	6+560.00	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	244,522.25	1,856,444.05	-95° 23' 48.23"	16° 46' 37.69"
20	6+900.00	93.89	12.14	12.68	2T.C. 1.50m Ø	244,696.69	1,856,187.72	-95° 23' 42.23"	16° 46' 29.43"

Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

Imagen II. 22. Obras de drenaje Menor



Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

II.2.5 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Los trabajos y actividades que se requieren durante la operación y mantenimiento son los de conservación y mantenimiento de la carretera: repintar las líneas divisorias de carriles, reposicionar fantasmas y señalamientos, reparación de la carpeta asfáltica, limpieza periódica de material edáfico y rocoso fragmentado, residuos domésticos y vegetales presentes sobre la carpeta asfáltica, en el derecho de vía y de las obras hidráulicas, así como la limpieza y mantenimiento de áreas verdes.

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

Programa de conservación preventiva y correctiva según la SICT.

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

Programa de conservación rutinaria.

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

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

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

a) Descripción detallada de las tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y el control de residuos líquidos, sólidos y gaseosos.

Dentro de los problemas directos con la contaminación de los recursos naturales, que existen en las carreteras se encuentran los relacionados con el tránsito de sustancias y materiales peligrosos y los riesgos de accidentes en la vialidad, que ocasionaran una afectación a los recursos suelo, agua, fauna y vegetación, e incluso la salud humana. En este sentido, los accidentes que con más frecuencia se pueden presentar son los siguientes:

- Colisión entre vehículos.
- Atropellamiento de peatones.
- Colisión de vehículos contra estructuras y señalamientos.

Para estos tipos de accidentes, muy comunes en las carreteras de México, no existen planes de emergencia y solo se tiene una cultura de prevención con los señalamientos y límites máximos de velocidad; los pobladores del lugar y los servicios médicos más cercanos serán los que brinden apoyo a quienes se vean integrados en la atención de estos accidentes. En la zona se cuenta con servicios de emergencia de segundo nivel.

Derrames de sustancias peligrosas por accidentes de pipas que transportan dicho material

En estos casos, se deberá solicitar inmediatamente la intervención de las autoridades federales, estatales y municipales, tales como la Secretaría de Comunicaciones del Estado, Protección Civil, y el Consejo Estatal de Ecología del Estado de Oaxaca, quienes deberán determinar el grado de peligrosidad de la sustancia derramada, e implementar los planes de protección a la población civil y al medio ambiente que sean necesarios. Asimismo, se incluye la responsabilidad de las Empresas Constructora y Transportista en coordinación con la SICT.

Además, la empresa constructora contará con un programa integral de manejo de residuos, que será aplicado en la generación de residuos peligrosos y no peligrosos a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

Programa de mantenimiento

Presentar una descripción del programa de mantenimiento de las instalaciones del proyecto, donde se detalle lo siguiente:

a) Actividades de mantenimiento y su periodicidad.

Para las actividades de mantenimiento se tienen consideradas las actividades siguientes:

Reposición de señales: estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar un adecuado señalamiento y se prevengan accidentes.

b) Calendarización desglosada de equipos y obras que requieren mantenimiento.

Este programa lo realizará la contratante del mantenimiento y carece de un programa definido en este momento; en cuanto se tenga se pondrá a disposición de las autoridades de SEMARNAT para someterlo a su consideración, previo a su aplicación.

c) Tipo de reparaciones a sistemas, equipos y obras. Incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos.

Los equipos por utilizar con mayor frecuencia serán los siguientes: camioneta pick up, vehículo de bacheo, camión de volteo o caja plana, rodillo o compactador y equipo manual necesario. Solo se habrá de generar aceites gastados y materiales impregnados con estas sustancias. Para el riego de áreas verdes, tendrá que hacerse cada tercer día con pipas, exclusivamente durante la temporada de sequía.

Mantenimiento Preventivo.

Esta etapa consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de taludes, chequeo de luminarias en zona urbana, pintura, reposición de material de la superficie de rodamiento, poda y mantenimiento de las áreas verdes.

Mantenimiento Mayor.

Este mantenimiento consiste en trabajos en los que se requiere del cierre de un carril de la vialidad con el fin de realizar trabajos de reencarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento y colocar señales de peligro.

Verificación del nivel de servicio.

Esta actividad consiste en la realización de recorridos de prueba con un vehículo de diseño y con cuatro pasajeros que determinarán el nivel de servicio de la vialidad que cubre todos los aspectos, destacando algunos de los siguientes:

- Confiabilidad, adecuado señalamiento, comodidad, maniobrabilidad y visibilidad,
- Verificación del nivel de servicio.
- Recorridos de chequeo, que son actividades encaminadas al control y supervisión de los trabajos de mantenimiento y de operación del camino.
- Listado de maquinaria y equipo necesario para las actividades futuras.

d) Descripción de los procesos y operaciones unitarias necesarios para el mantenimiento de la infraestructura: en la vía, el camino, los cortes, cunetas, canaletas y otras de tipo hidráulico, camellones, túneles, puentes y otros dentro del derecho de vía, así como en los servicios para la operación, protección ambiental, administrativos, entre otras.

La maquinaria empleada en la operación consta de una camioneta tipo pick-up para el transporte del personal y cuadrillas de trabajo requeridas para la operación del camino. En cuanto al

mantenimiento del camino se requiere de equipos como pipa para regar áreas verdes y otras zonas que requieran del uso de agua. Para las cuadrillas de mantenimiento y del alumbrado en las zonas donde se requiera, para el camino se transportarán en camión de volteo o en las camionetas para tal fin, simultáneamente con el equipo a utilizar; así mismo, también se requiere de un camión para recolección de residuos y de la basura generada en la limpieza de la carpeta y obras anexas como las alcantarillas, drenes y cunetas, así como, para el transporte de las cuadrillas de trabajo.
En este sentido, eventualmente, se requerirá de equipos para el mantenimiento menor como bacheo y calavereo o para la colocación y reposición de señales y pintura en la superficie de rodamiento.

II.2.6 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES.

Para el camino "CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.". No se considera el desmantelamiento y abandono del proyecto, ya que se trata de un camino al cual se le dará mantenimiento constante para que se encuentre en condiciones óptimas de funcionamiento a lo largo del tiempo.

II.2.7 RESIDUOS.

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 final en el relleno sanitario municipal.

El principal residuo sólido que se generará en el proyecto será el suelo y residuos vegetales producto del despalme. Una parte del material vegetal desmontado se podrá entregar a los propietarios o habitantes locales para su utilización en forma de leña y madera (en el caso de los árboles o especies arbustivas leñosas). La vegetación restante será troceada en el lugar y mezclada con las capas superficiales edáficas, para su posterior utilización en actividades de rehabilitación, como puede ser en zonas deterioradas, en el relleno sanitario municipal o los bancos de materiales, que hayan concluido su etapa de aprovechamiento, lo anterior en caso de afectar vegetación arbórea, lo cual no se espera.
Otro tipo de residuo serán los productos geológicos derivados de los cortes, que serán utilizados para la construcción de terraplén o para el relleno sanitario como material de cubierta o en los bancos de materiales que requieran nivelar su superficie.
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 220 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-052-1999, NOM- SEMARNAT-053-1999, 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-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994, se embalará y serán entregados a una empresa autorizada por SEMARNAT para la disposición final de estos materiales peligrosos.

En cualquier caso, la generación de residuos peligrosos será mínima, se tiene una estimación entre 45 y 65 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.
Otro tipo de residuos sólidos serán los depositados de manera clandestina por los usuarios sobre la carretera. Normalmente, estos consisten en papel, latas de aluminio, restos de alimentos, bolsas de plástico, etc. Por las características rurales de la zona, no es raro que también se deposite cascajo, restos de las cosechas agrícolas y otros materiales de desecho. Estos desechos tendrán que ser recogidos periódicamente y depositados, según lo establezcan las autoridades.

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 (alcantarillas, bordillos, lavaderos, cunetas, etc.) para permitir el libre flujo de los arroyos intermitentes o continuos cuyo paso afecte el terraplén del camino. De esta forma el proyecto, no producirá ninguna descarga de aguas residuales.
Los residuos industriales líquidos, para evitar el derrame de combustible y aceite en los talleres, se prevé la construcción de un firme de cemento con concreto para proteger el suelo de derrames accidentales, en las reparaciones se recogerán los productos en charolas que serán vaciadas en tambos y entregados a empresas especializadas en el manejo y disposición final, de acuerdo con el programa de manejo de residuos peligrosos a implementar la empresa constructora.
En cuanto a las plantas de asfalto también se prevé colocarlas sobre firmes de cemento y concreto para evitar el asfalto se derrame sobre el suelo.

Emisiones a la atmósfera.

Durante la construcción, se van a generar polvos durante casi todas las actividades, que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. También se habrá de generar de manera intermitente gases de combustión hacia la atmósfera por parte de los equipos, maquinaria, vehículos de carga, automotores, pero estas serán en una cantidad insignificante, en comparación con las que se generen durante la operación del proyecto. Durante la operación de la carretera, la única actividad relevante será el tránsito vehicular. Se estima que el umbral máximo de circulación será de 3,600 unidades/día; con esta carga vehicular se prevé una carga de emisiones como se observa en la siguiente Tabla.

Tabla II. 12. Estimaciones de emisión durante la operación del proyecto.

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

Fuente: CANÁN INGENIERIA 2022

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 SAR 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.

INDICE

III.NORMATIVIDAD APLICABLE 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). 30

III.2.5 REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO. 34

III.3. VINCULACIÓN CON LEYES, REGLAMENTOS O NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO. 42

III.3.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. 42

III.3.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 43

III.3.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. 44

III.3.4.LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. 46

III.3.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. 47

III.3.6. LEY GENERAL PARA LA PRESERVACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO. 47

III.3.7 LEY DE AGUAS NACIONALES. 48

III.3.8 LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL. 49

III.3.9 LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN. 50

III.3.11 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 51

INDICE 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: 17.17 10

Tabla III. 4 Estrategias aplicables para las UAB 134 10

Tabla III. 5 Estrategias de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) 140 donde se inserta el proyecto. 12

Tabla III. 6 Vinculación con los lineamientos del POEGT 18

Tabla III. 7 Ficha descriptiva de la UGA 04 donde incide el proyecto 22

Tabla III. 8 Ficha descriptiva de la UGA 27 donde incide el proyecto 23

Tabla III. 9 Principales características de las UGA's donde se inserta el proyecto 24

Tabla III. 10 Lineamientos y criterios aplicables de las UGA's que inciden con el proyecto 24

Tabla III. 11 Vinculación del proyecto con respecto a la UGA 004 y 027 25

Tabla III. 12 Áreas Naturales Protegidas Federales en el estado de Oaxaca 30

Tabla III. 13 Vinculación con los artículos aplicables de la LGEEPA..... 42
Tabla III. 14 Vinculación con los artículos aplicables del REIA de la LGEEPA 43
Tabla III. 15 Vinculación con los artículos aplicables de la LFVS 44
Tabla III. 16 Vinculación con los artículos aplicables de la LGDFS..... 46
Tabla III. 17 Vinculación con los artículos aplicables del Reglamento de la LGDFS 47
Tabla III. 18 Vinculación con los artículos aplicables de la LAN 48
Tabla III. 19 Vinculación con los artículos aplicables de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal..... 49
Tabla III. 20 Vinculación con los artículos aplicables de la Ley de Vías Generales de Comunicación 50
Tabla III. 21 Vinculación con las NOM aplicables 51

INDICE DE IMAGENES

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's Federales 31
Imagen III. 8 Localización del proyecto con respecto a las ANP estatales 32
Imagen III. 9 Localización del proyecto con respecto a las ADVC..... 33
Imagen III. 10 Localización del proyecto con respecto a las AICA: 34
Imagen III. 11 Localización del proyecto con respecto a las RTP: 35
Imagen III. 12 Localización del proyecto con respecto a las RMP:..... 39
Imagen III. 13 Localización del proyecto con respecto a las RHP: 40
Imagen III. 14 Localización del proyecto con respecto a sitios RAMSAR..... 41

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

III.1 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES.

III.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 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 fueron identificados, 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.

Imagen III. 1 Esquema general del PND 2019-2024



Fuente: 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.	Según la SCT (2005), en las últimas tres décadas, el crecimiento y modernización de la red de caminos rurales en México ha pasado del objetivo rector de integración territorial, hacia el de la integración socioeconómica. Así mismo, con los caminos rurales y alimentadores se contribuye a promover el desarrollo de las regiones con mayor rezago en materia de infraestructura carretera, en virtud de que las inversiones se orientan a la realización de obras para atender aquellas zonas y localidades más alejadas, por lo tanto, las más desprotegidas y de mayor marginación. La realización de estas obras cumple su propósito de hacer más seguro y eficiente el movimiento de bienes y personas que circulan a través de ellos, además se tendrán beneficios para los usuarios al lograrse mayores velocidades de desplazamiento, lo que contribuye a la disminución de los costos de operación vehicular y los tiempos de recorrido. Dicho lo anterior, mediante la ejecución del proyecto se pretende la modernización de un camino rural a nivel de terracería, 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, 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, ya que se pretende mejorar la superficie de rodadura, así como el alineamiento horizontal y vertical, además de instalar el señalamiento preventivo correspondiente.

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 MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA., se encuentra asociado y es congruente con el Plan Nacional de Desarrollo, de forma específica con el Objetivo 3.6, al pretender modernizar un camino rural existente, ya que plantea con la mejora de las especificaciones técnicas se den mejores condiciones de servicio, además de brindar mayor seguridad al tránsito vehicular y conectar zonas rurales de difícil acceso. Aunado a lo anterior de acuerdo con Torres et. al. (2002) una adecuada distribución de los recursos destinados a la modernización de la infraestructura carretera repercutirá en una mejor distribución de mercancías, situación que impacta en el nivel de crecimiento regional.
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 el camino que se pretende que la modernización del camino 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 camino rural existente contribuirá a que 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.

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.

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 solo el 50% de los municipios de la entidad cuenta con vialidades pavimentadas y que es una carencia que debe atenderse a la brevedad, se considera que la modernización del camino " MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA, 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.

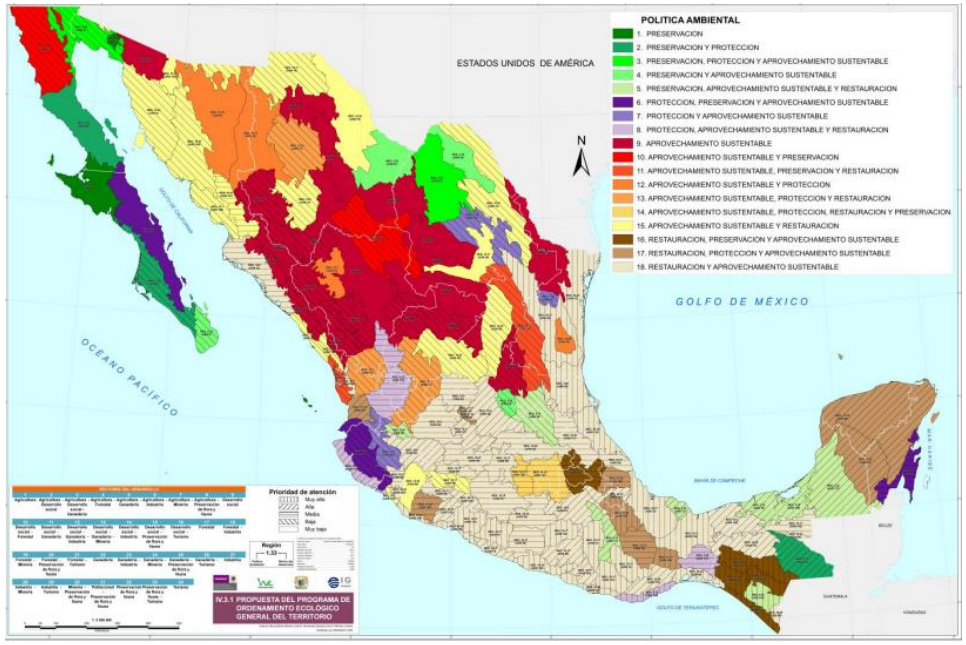
Tabla 2 Vinculación con las estrategias y líneas de acción del PED Oaxaca 2016-2022

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 modernización del camino existente aumentará la conectividad en la región 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. Es por esto por lo que proyecto denominado MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA. 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.

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 le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

De acuerdo con la localización geográfica del proyecto y conforme a la regionalización establecida en el POEGT se identificó que las obras y/o actividades que propone el proyecto se 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: 17.17

Región Ecológica: 17.17	
	REGIÓN ECOLÓGICA: 17.17 Unidades Ambientales Biofísicas que la componen: 45. Sierra Cuatralba 70. Sierras Orientales de Oaxaca Norte 140. Sierras Orientales de Oaxaca Su Localización: 45. Noreste de Jalisco y oeste de Guanajuato 70. Sierras Orientales de Oaxaca Norte 140. Oriente de Oaxac UAB 140. Crítico. Conflicto Sectorial Muy Bajo. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 73. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de transición. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera

Fuente. POEGT, 2012

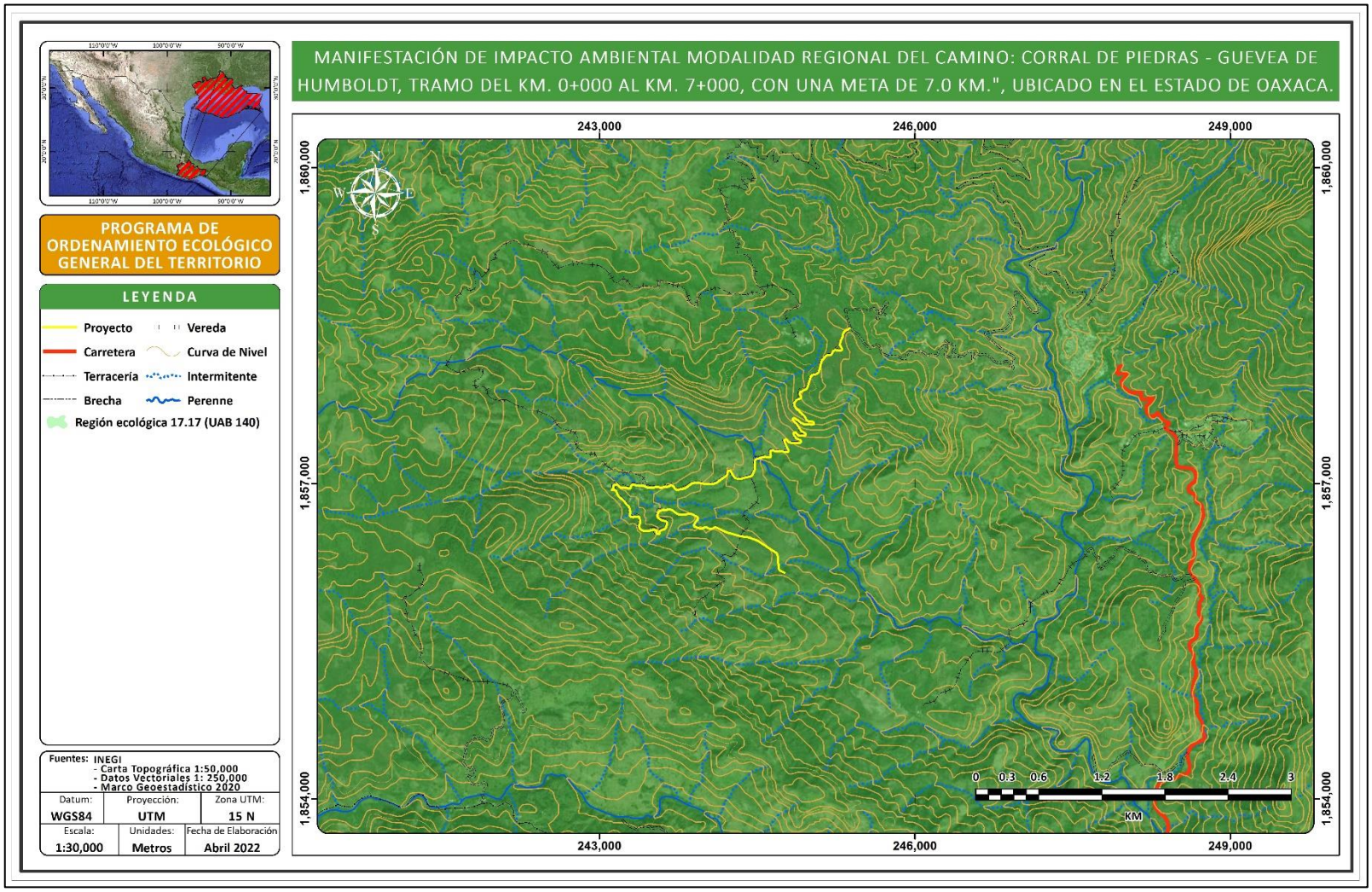
Tabla III. 4 Estrategias aplicables para las UAB 134

Clave región	UAB	Nombre	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros Sectores de Interés	Nivel de atención Prioritaria	Estrategias
17.17	140	Sierras Orientales de Oaxaca Sur	Forestal	Desarrollo Social	Agricultura - Ganadería - Poblacional	Minería - SCT	Muy Alta	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 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) 140 donde se inserta el proyecto.

Estrategias UAB 140	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable.	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales
C) Protección de los recursos naturales.	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración.	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis: Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo Urbano y Vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.
C) Agua y saneamiento.	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regiona	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. 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 las mismas para impulsar el desarrollo regional.
E) Desarrollo social.	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.

Estrategias UAB 140	
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
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 140 del POEGT

Estrategias UAB 140	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio B) Aprovechamiento sustentable. 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales C) Protección de los recursos naturales. 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 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.	En cuanto a las estrategias del grupo I relacionadas con: 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: Si bien el proyecto no contempla ejecutar actividades de aprovechamiento de recursos naturales, pretende promover la conservación y protección de los recursos mediante la aplicación y ejecución de diversas acciones enmarcadas en la protección y restauración de los recursos naturales, dichas acciones se describen subsecuentemente en el presente documento, sin embargo, es importante mencionar que las medidas propuestas se encuentran principalmente orientadas a la protección y prevención de la contaminación de recursos sensibles como suelo, agua, flora y fauna. El objetivo primordial de las acciones propuestas es prevenir la erosión, proteger la calidad de agua, promover la protección y conservación de flora y fauna, así como mantener los servicios ambientales. Algunas de las medidas propuestas son: • Se ejecutará un plan integral de manejo de residuos sólidos. • Para evitar la generación de basura en el área de tiro se ubicarán contenedores para que el personal de operación, se prohíbe terminantemente verter desechos al suelo o cuerpo de agua. • La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos utilizados, • Capacitar al personal sobre la importancia y conservación de los recursos naturales. • Prohibir la extracción de flora silvestre • 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 serán marcados para que no sean afectados. • Llevar a cabo recorridos con el propósito de ahuyentar la fauna nativa y natural para evitar su afectación Con la aplicación de las medidas de mitigación descritas subsecuentemente en este documento, se busca asegurar la viabilidad ambiental del proyecto y de igual manera dar cumplimiento a las estrategias del grupo I.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	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

Estrategias UAB 140	Vinculación
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. D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional 30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. 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 las mismas para impulsar el desarrollo regional. E) Desarrollo social. 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	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 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.

Estrategias UAB 140	Vinculación
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. 39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en 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.	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.

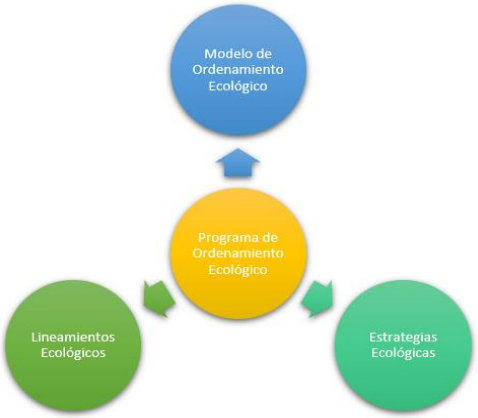
Tabla III. 6 Vinculación con los lineamientos del POEGT

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 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.

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 UGA's. 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.

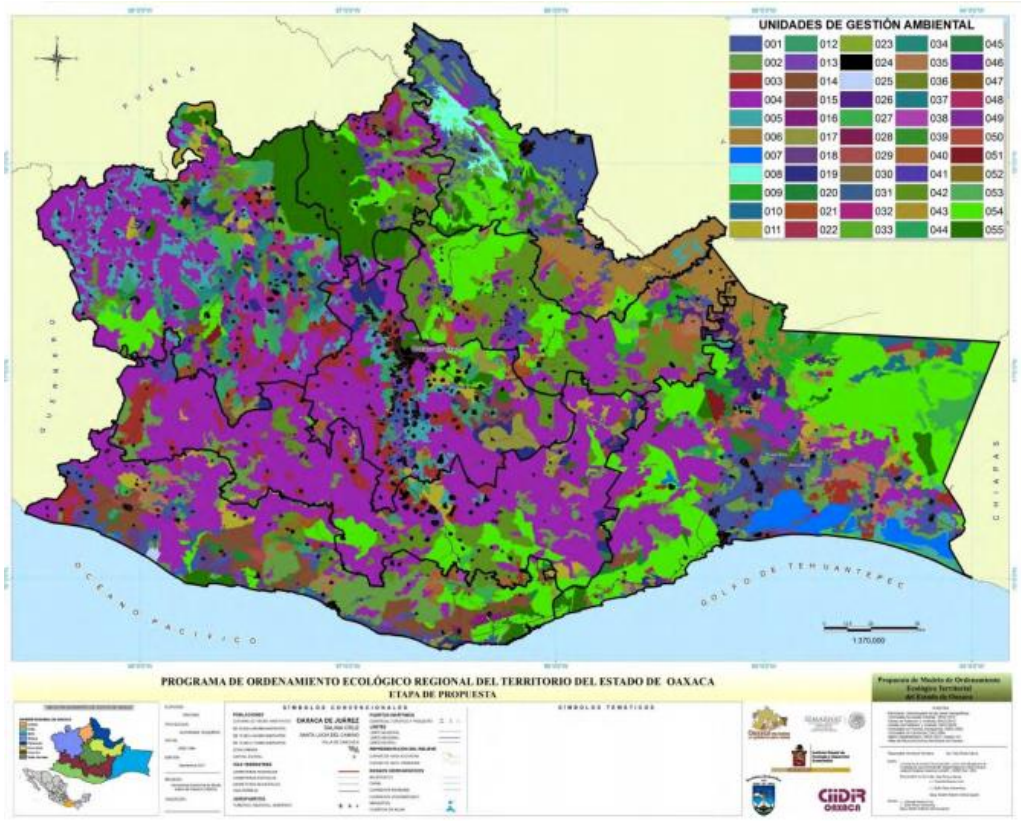
A fin de presentar de una forma simplificada la información referente a las estrategias ecológicas, se optó por organizar las UGA's, en primer lugar, con base en su política, y posteriormente, por sectores, definiendo en cada uno las estrategias particulares que se deberán aplicar cuando el sector en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

Políticas ambientales, lineamientos, estrategias programas y acciones

Una vez que han sido identificadas 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 fueron construidos 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



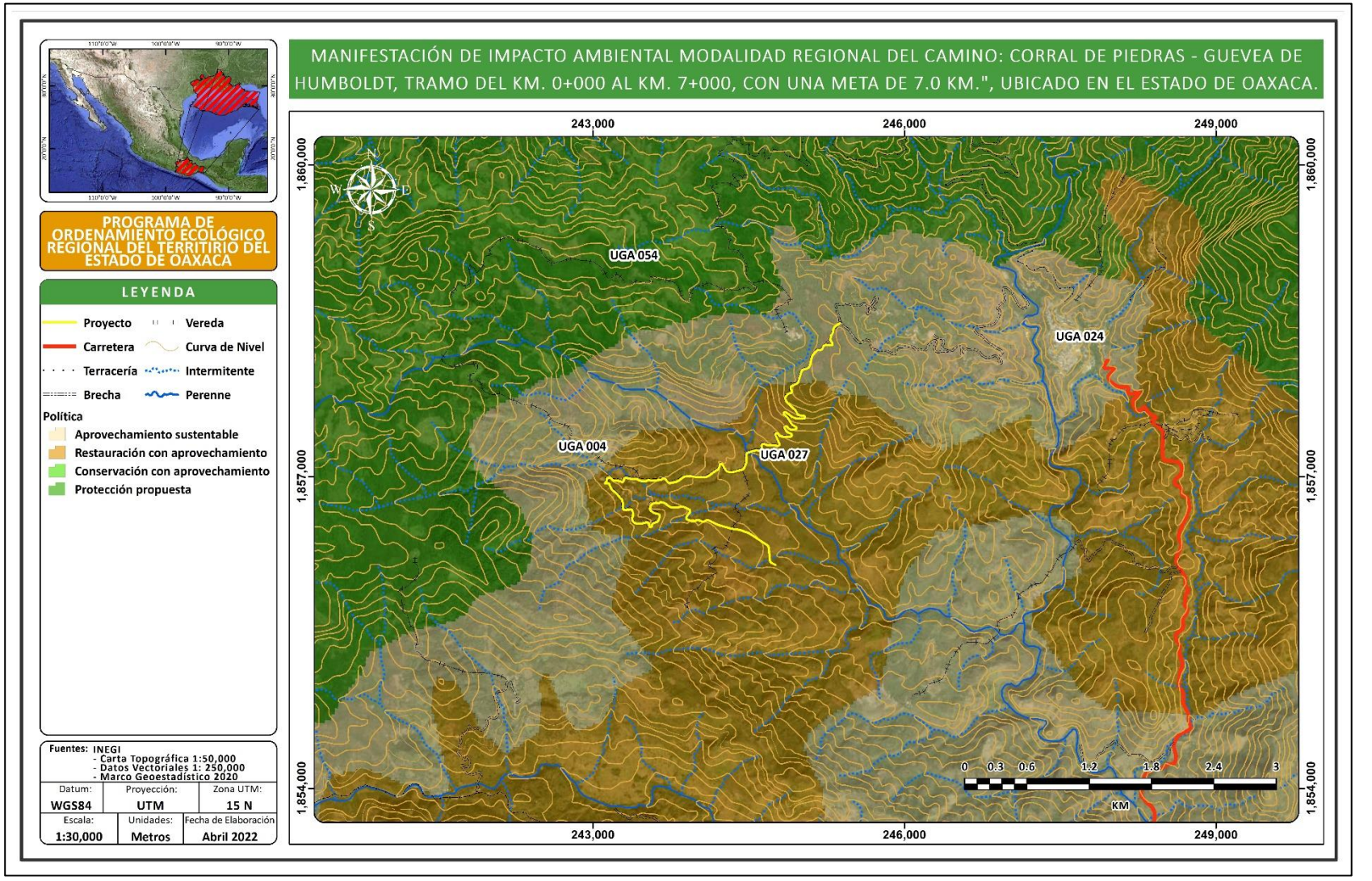
Fuente: POERTEO, 2016

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 parcialmente en dos UGA del POERTEO, identificadas con los números 06 y 24 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



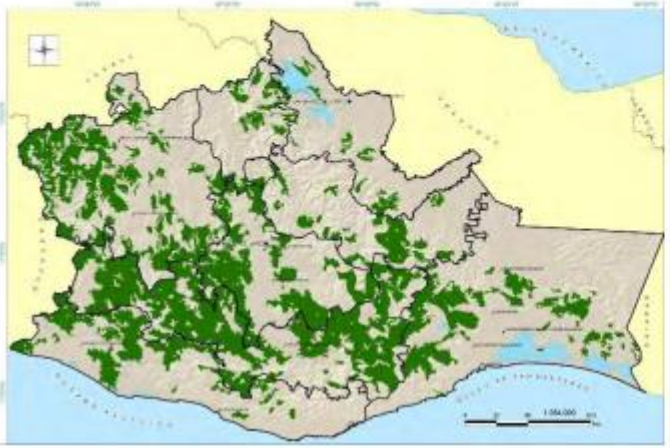
Fuente: Elaboración propia con datos POERTEO

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

Tabla III. 7 Ficha descriptiva de la UGA 04 donde incide el proyecto

Aprovechamiento Sustentable

Clave:UGA 004



Superficie (ha.)	
Población	
Regiones	
Riesgo (nivel)**	Medio
Biodiversidad**	Alta
Presión (nivel)**	Bajo
Cobertura	Agricultura 8.39%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 11.28%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 38.92%; Bosque de Encino 3.94%; Bosque Mesofilo de Montaña 3.45%; Cuerpo de Agua 0.03%; Matorral Xerófilo 0.67%; Pastizal 9.18%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 20.66%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 3.44%; Sin vegetacion aparente 0.02%; Vegetación Acuática 0.02%
Aptitud (sector)	Uso Recomendado: S7, S3 Uso Condicionado: S9, S10, S9 (E) Uso No recomendado: S6, S11 Sin Aptitud: S2, S1, S4, S8
Escenario	Tendencial
Conflictos	S7 - S10, S3 - S9, S3 - S10
Lineamientos	Aprovechar sustentablemente las 2,198,670 ha de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas, así como las 469,579 ha con para actividades productivas con las mejores prácticas y el menor impacto, para mantener un desarrollo equilibrado que permite conservar los recursos y servicios ambientales y transitar de actividades agropecuarias hacia actividades de tipo industrial.



Comentarios

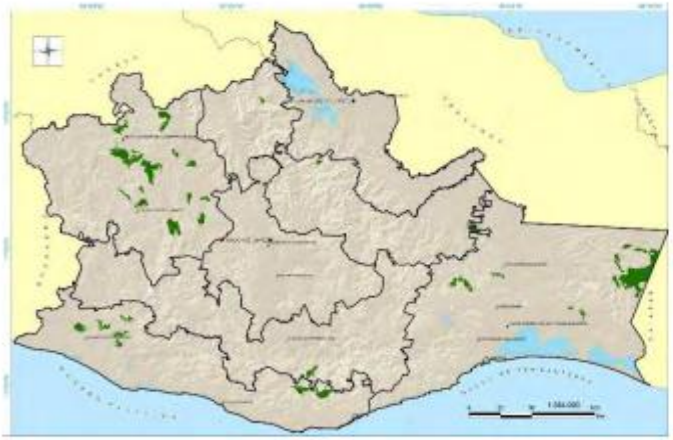
Se deberá transitar de actividades con uso no recomendado o sin aptitud hacia actividades de uso recomendado o condicionado

Criterios de regulación ecológica

C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-029, C-033, C-034, C-035, C- C-039, C-045, C-046, C-047, C-

Fuente: POERTEO

Tabla III. 8 Ficha descriptiva de la UGA 27 donde incide el proyecto

Restauración con aprovechamiento	
Clave:UGA 027	
	
Superficie (ha.)	
Población	
Regiones	
Riesgo (nivel)**	Medio
Biodiversidad**	Alta
Presión (nivel)**	Alto
Cobertura	Agricultura 23.75%; Asentamientos Humanos 0.00%; Bosque de Coníferas 4.91%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 29.68%; Bosque de Encino 1.74%; Bosque Mesofilo de Montaña 2.99%; Cuerpo de Agua 0.02%; Matorral Xerófilo 4.17%; Pastizal 17.17%; Selva Caducifolia y Subcaducifolia 6.26%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 9.33%; Sin vegetacion aparente 0.00%; Vegetación Acuática 0.00%
Aptitud (sector)	Uso Recomendado: S7, S3 Uso Condicionado: S9, S9 (E), S10 Uso No recomendado: S6, S11. Sin Aptitud: S2, S1, S4, S8
Escenario	Tendencial
Conflictos	S7 - S10, S3 -S9, S3 - S10
	
Comentarios El sector forestal deberá enfocarse únicamente en actividades de reforestación y servicios ambientales hasta que la UGA haya recuperado la funcionalidad biológica del ecosistema. Se deberá transitar de actividades con uso no recomendado o sin aptitud hacia actividades de uso recomendado o condicionado.	
Lineamientos	Recuperar al menos 3,000 ha de bosque mesófilo y al menos 9,000 ha de selvas caducifolias y subcaducifolias para evitar la pérdida de especies y ecosistemas ademas de garantizar la preservación de sus funciones, así como incentivar programas encaminados a la prevención de incendios forestales y restauración de áreas siniestradas, transitando de las 66,695 ha productivas de actividades agropecuarias hacia actividades con aptitud y que contribuyan a la restauración del suelo.
Criterios de regulación ecológica	
C-007, C-008, C-009, C-010, C-011, C- C-047, C-	C-013, C-014, C-015, C-017, C-029, C-033, C-034, C-035, C-036, C-039, C-040, C-045, C-046,

Fuente: POERTEO

Tabla III. 9 Principales características de las UGA's donde se inserta el proyecto

UGA	Política	Sectores recomendados	Superficie (ha)	Biodiversidad	Nivel de riesgo	Nivel de presión
04	Aprovechamiento Sustentable	Forestal, apícola	2,669,584.86	Alta	Medio	Bajo
27	Restauración con aprovechamiento	Forestal, apícola	162,990.27	Alta	Medio	Alto

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. 10 Lineamientos y criterios aplicables de las UGA's que inciden con el proyecto

UGA	Política	Uso recomendado	Usos condicionados	Usos no recomendados	Sin aptitud	Lineamiento a 2025	Criterios
04	Aprovechamiento Sustentable	Forestal, apícola	Industria, minería, industria eólica	Ecoturismo, turismo	Agrícola, acuícola, asentamientos humanos, ganadería	Aprovechar sustentablemente las 2,198,670 ha de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas, así como las 469,579 ha con para actividades productivas con las mejores prácticas y el menor impacto, para mantener un desarrollo equilibrado que permite conservar los recursos y servicios ambientales y transitar de actividades agropecuarias hacia actividades de tipo industrial.	C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-029, C-033, C-034, C-035, C- C-039, C-045, C-046, C-047, C-48
27	Restauración con aprovechamiento	Forestal, apícola	Industria, Industria eólica, Minería	Ecoturismo, turismo	Agrícola, acuícola, asentamientos humanos, ganadería	Recuperar al menos 3,000 ha de bosque mesófilo y al menos 9,000 ha de selvas caducifolias y subcaducifolias para evitar la pérdida de especies y ecosistemas además de garantizar la preservación de sus funciones, así como incentivar programas encaminados a la prevención de incendios forestales y restauración de áreas siniestradas, transitando de las 66,695 ha productivas de actividades agropecuarias hacia actividades con aptitud y que contribuyan a la restauración del suelo.	C-007, C-008, C-009, C-010, C-011, C- C-013, C-014, C-015, C-017, C-029, C-033, C-034, C-035, C-036, C-039, C-040, C-045, C-046, C-047, C-49

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 UGA's en donde se encuentra inmerso el proyecto, así como la vinculación con cada uno de ellos.

Tabla III. 11 Vinculación del proyecto con respecto a la UGA 004 y 027

UGA	Descripción	Vinculación
27	C-007 Se deberá evitar la introducción de especies exóticas, salvo en casos en que dichas especies sirvan como medida del restablecimiento del equilibrio biológico en el ecosistema y no compitan con la biodiversidad local.	El proyecto no contempla el uso o introducción de especies exóticas, toda vez. Que se trata de la modernización de un camino rural, en donde si bien se ejecutarán acciones de reforestas, dichas acciones deberán realizarse exclusivamente con especies nativas de la región.
27	C-008 Para acciones de reforestación, estas se deberán llevar a cabo con especies nativas, considerando las densidades naturales, de acuerdo con la vegetación existente en el entorno.	El proyecto contempla la ejecución de actividades de reforestación como medida compensatoria, se contempla que dichas actividades se realicen con especies nativas y cumpliendo con las densidades recomendadas por CONAFOR de acuerdo con el tipo de ecosistema del que se trate. Es importante mencionar que para la reforestación se deberán utilizar las plantas, esquejes o semillas provenientes de las acciones de rescate.
27	C-009 La colecta o extracción de flora, fauna, hongos, minerales y otros recursos naturales o productos generados por estos con cualquier fin, únicamente será posible con el permiso previamente otorgado por la autoridad de medio ambiente y ecología del estado.	Debido a que se contempla ejecutar acciones de rescate de flora se deberá acatar este criterio y solicitar en su momento el premiso requerido.
27	C-010 Deberán mantenerse y preservarse los cauces y flujos de ríos o arroyos que crucen las áreas bajo política de protección, conservación o restauración.	El proyecto no contempla modificar la morfología de cauces o flujos hídricos, si bien el camino presenta crucen con corrientes intermitentes, se ejecutarán acciones preventivas para su protección y conservación, entre las medidas se encuentran: • Instalar obras de drenaje longitudinales y obras de drenaje transversales suficientes. • Las actividades susceptibles de producir descargas o derrames accidentales de productos tóxicos o peligrosos se realizarán en el Parque de Maquinaria, que deberá disponer de una zona adecuada para tal fin • Se deberán realizar revisiones visuales diarias para la detección de fugas de aceites o combustibles en la maquinaria y vehículos.

UGA	Descripción	Vinculación
		• Las zonas de mantenimiento deberán contar con equipo de contención de derrames para minimizar el volumen de suelo contaminado. • En las zonas de resguardo de suelo de rescate serán colocados señalamientos (letreros) que eviten que el sitio sea utilizado como vertedero de residuos • Una medida para evitar contaminación de flujos superficiales es utilizar barreras de contención tales como toldos, mallas o sacos de arena
004 Y 027	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 modernización de un camino rural en operación 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 riparia toda vez que la sección del camino se encuentra previamente desmontada y cumple con el ancho requerido por lo que no se requerirá del desmonte de la vegetación en la zona de cruces con corrientes de agua. Además, dentro de las acciones preventivas, de mitigación y compensación se prevé: Ejecutar acciones de revegetación Marcaje de individuos para delimitar las zonas específicas donde existirá afectación.
004 Y 027	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 la totalidad del proyecto es por la ruta actual del camino existente, además de que se pretende instalar obras de drenaje necesarias para evitarlo, por otra parte, se contemplan 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.
004 Y 027	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.	No se pretende afectar zonas con vegetación riparia toda vez que el proyecto se refiere a la modernización de un camino existente, es decir que la ruta ya se encuentra desmontada y no requerirá la afectación adicional de zonas riparias. Además, dentro de las acciones preventivas, de mitigación y compensación se prevé: Ejecutar acciones de revegetación Marcaje de individuos para delimitar las zonas específicas donde existirá afectación.
004 Y 027	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.

UGA	Descripción	Vinculación
		En la zona del proyecto estos residuos deberán ser colocados en contenedores con tapas debidamente rotuladas y diferenciadas entre orgánicos e inorgánicos para una correcta separación. La colecta y disposición de estos estará a cargo de la contratista, la cual vigilará que se cumpla con la normatividad vigente. La disposición de residuos será ejecutada por una empresa debidamente autorizada la cual será la responsable de la disposición de estos.
004 Y 027	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.	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, 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, 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 los mismos. Invariablemente para garantizar el adecuado manejo y disposición de los residuos se ejecutará un plan de vigilancia ambiental por parte de la empresa contratista.
004 Y 027	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
004 Y 027	C-034 Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	El proyecto refiere a la modernización de un camino de terracería existente y no contempla la instalación de apiarios o el aprovechamiento de ningún recurso natural, por lo que, el criterio no aplica.
004 Y 027	C-035 No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	Si bien el proyecto no se relaciona con la apicultura, se prevé que dentro de los reglamentos de trabajo que estrictamente prohibido el uso de herbicidas o insecticidas para cualquier actividad relacionada con la ejecución del proyecto carretero.

UGA	Descripción	Vinculación
027	C-036 En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel.	El proyecto no contempla el uso de ahumadores, esto debido a que el proyecto refiere a la modernización de un camino a nivel de terracería y solo se ejecutarán las actividades constructivas inherentes a él.
004 Y 027	C-039 La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	Si bien la ejecución del presente criterio corresponde a las autoridades estatales, el proyecto no contempla la explotación o aprovechamiento de recursos naturales, incluidos los recursos forestales.
027	C-040 La actividad forestal sólo podrá desarrollarse enfocado a la reforestación con especies nativas y servicios ambientales	El proyecto contempla como medida compensatoria ejecutar actividades de reforestación con especies nativas, dichas actividades están orientadas hacia la restauración, por lo que, se considera que se da cumplimiento a este criterio.
027	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.
004 Y 027	C-046 En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados	El proyecto no contempla ejecutar actividades industriales, sin embargo, se contempla la generación de diversos tipos de residuos, para lo que la empresa contratista deberá instrumentar un procedimiento integral para el manejo, transporte y disposición final de todos los residuos. En este sentido se deberán atender todas las normas oficiales aplicables en esta materia, así como contemplar un protocolo de actuación en el caso de la contaminación de suelos, el protocolo deberá tomar como base la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

UGA	Descripción	Vinculación
004 Y 027	C-047 Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno.	El proyecto no contempla la instalación generadores eólicos, esto ya que el proyecto se trata de la modernización de un camino de terracería existente, por lo anterior, el criterio no aplica.
004	C-048 Se recomienda solo otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento, o preferentemente se deberá remplazar el uso de explosivos por cemento expansivo o corte con hilo diamantado en la actividad minera, cuando se trate de rocas dimensionables	El proyecto no se relaciona con el sector minero, por otra parte, no se contempla el uso de explosivos para la modernización del camino, toda vez, que las actividades contempladas se ejecutarán exclusivamente por medios mecánicos o manuales según se requiera.
027	C-049 Se recomienda otorgar permisos para el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos solo cuando la extracción coadyuve a la rectificación del cauce o no afecte el cauce natural del mismo.	El proyecto no se relaciona con el sector minero y la obtención de los materiales requeridos para la modernización del camino se obtendrán de bancos de materiales autorizados y concesionados a la SCT, tal y como se describe en el capítulo II de la presente MIA R.

Se considera que la realización del proyecto del camino: **" Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional del camino: Corral de Piedras - Guevea de Humboldt, tramo del Km. 0+000 al Km. 7+000, con una meta de 7.0 Km.", ubicado en el estado de Oaxaca**."., se encuentra alineado 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 el mismo.

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. 12 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

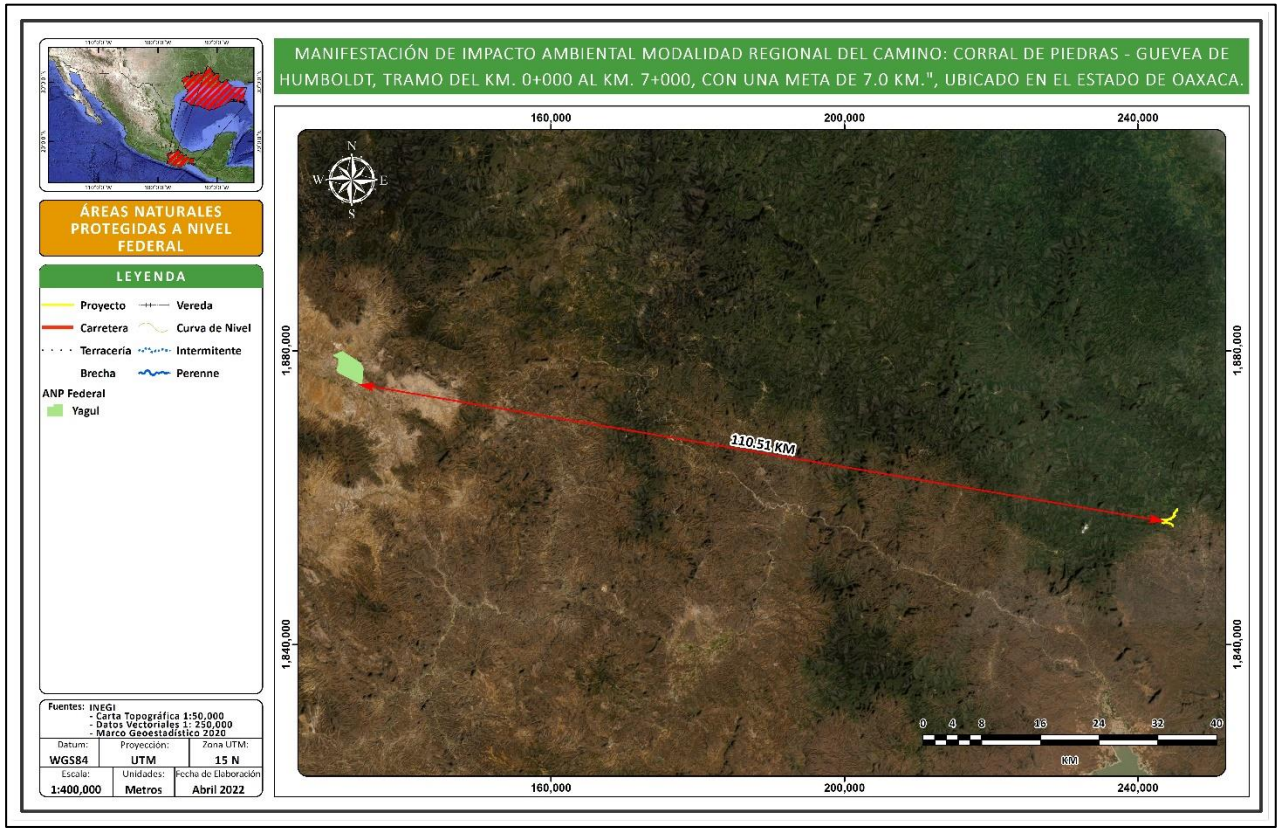
Fuente: INEGI 2018

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's Federales

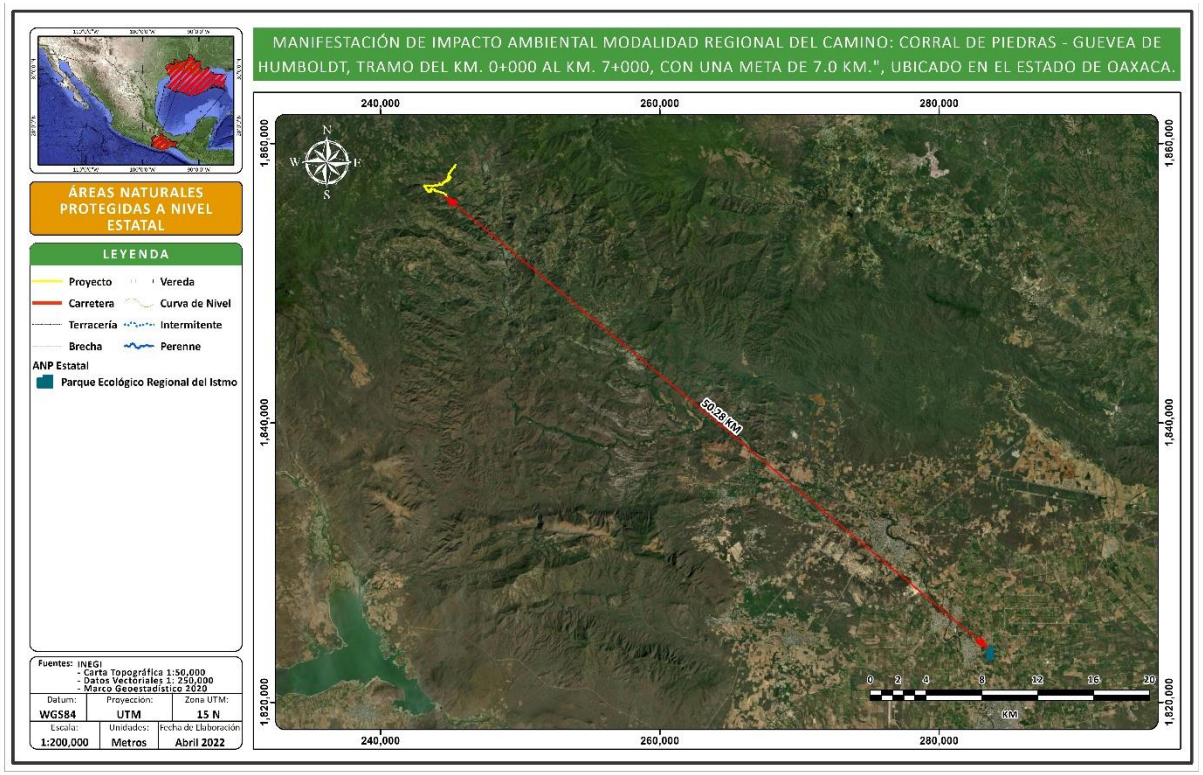


Fuente: elaboración propia con datos INEGI

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 ***MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA",*** *NO* incide con ninguna zonificación decretada como Área Natural Protegida de carácter federal, la más cercana al sitio del proyecto es la denominada "Yagul" localizada al noroeste del sitio del proyecto y a una distancia aproximada de 110.51 Km en línea recta.

Áreas Naturales Protegidas estatales

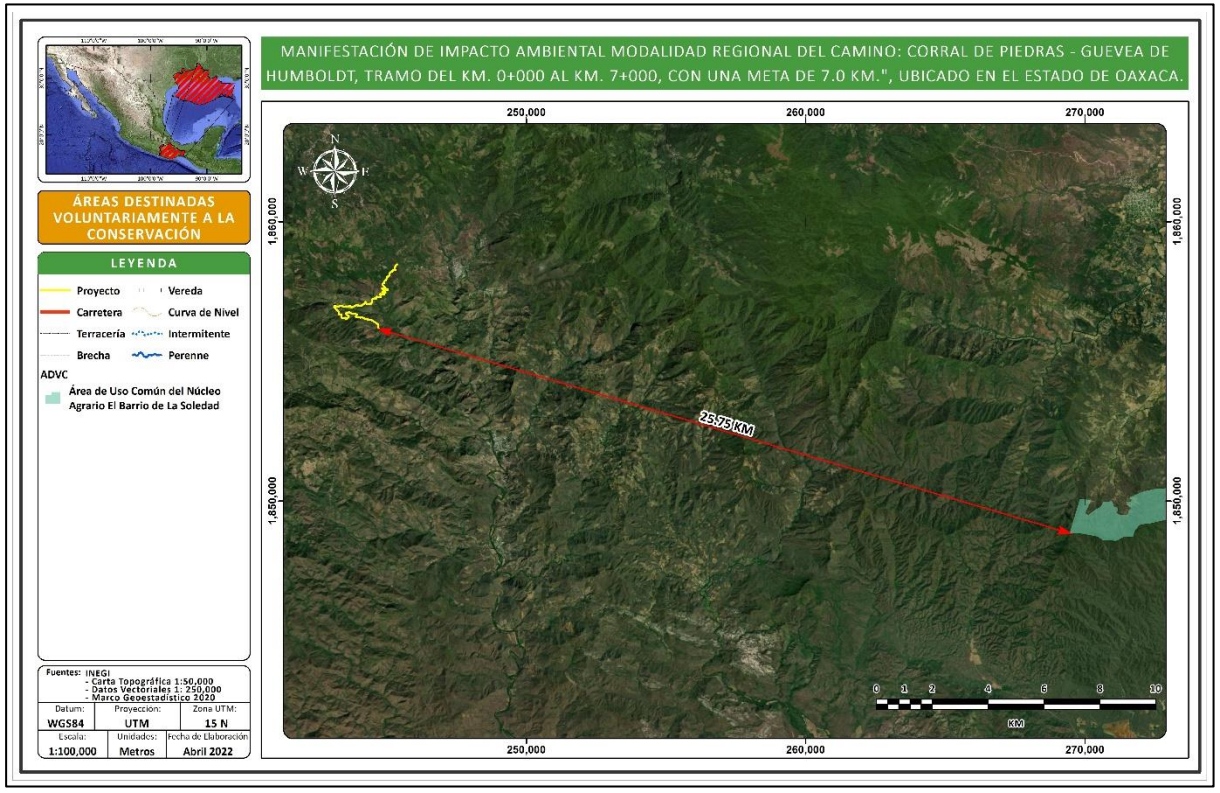
El establecimiento y operación de las Áreas Protegidas de carácter estatal constituyen actualmente la estrategia más importante para la conservación del patrimonio biológico de Oaxaca y de los servicios ambientales que brinda a toda la población en general. En el estado se han decretado seis Áreas Naturales 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 “Parque ecológico Regional del Istmo” y se localiza a una distancia aproximada 50.28Km 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 "Área de uso común del Núcleo Agrario del Barrio de la Soledad" y se localiza a una distancia aproximada 25.75Km en línea recta hacía la porción noroeste de la zona del proyecto.

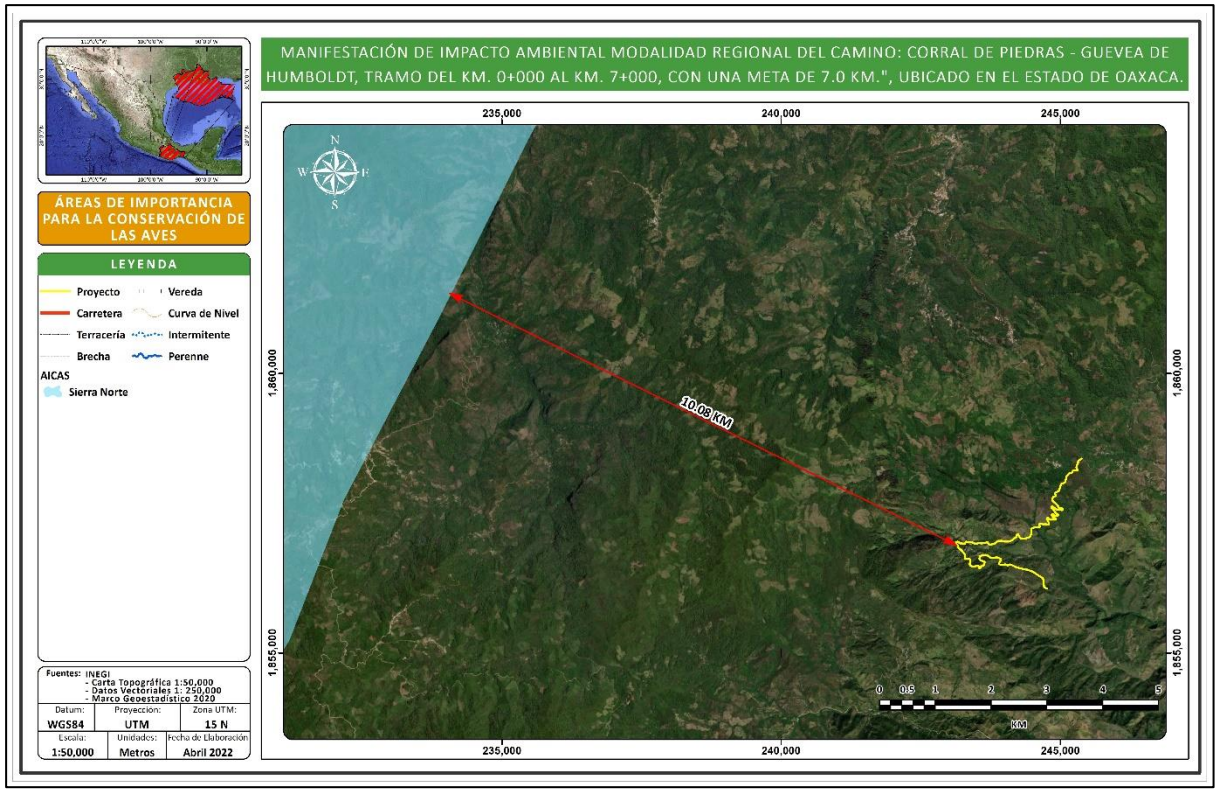
III.2.5 REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Las AICA's 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:



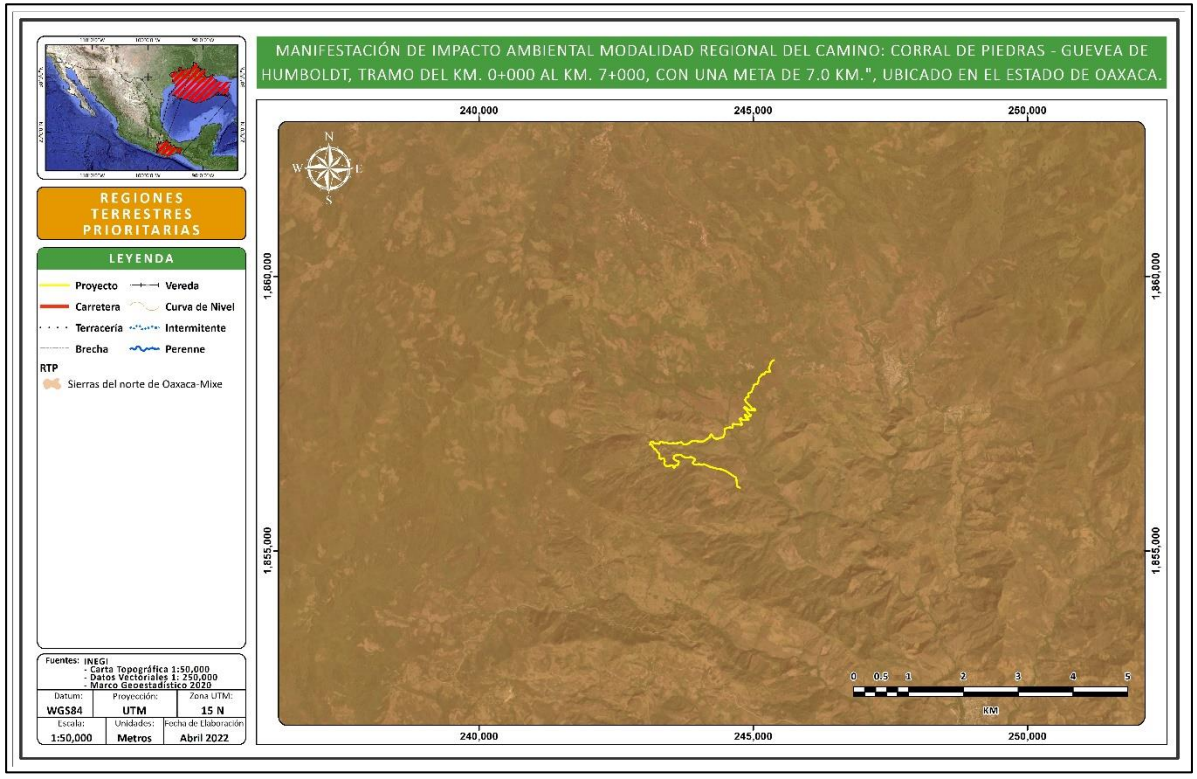
Fuente: elaboración propia con datos INEGI

Como resultado del análisis bibliográfico y espacial realizado, es obtuvo que el proyecto **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA**", 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 noreste del área del proyecto, aproximadamente a 10.08 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 "**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA."** se localiza dentro de una zona delimitada como Región Terrestre Prioritaria (RTP), denominada "Sierras del Norte de Oaxaca - Mixe", por lo cual a continuación se presenta la descripción de la mencionada RTP.

SIERRAS DEL NORTE DE OAXACA-MIXE RTP-130

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Coordenadas extremas: Latitud N: 16° 11' 42'' a 18° 33' 22'' Longitud W: 95° 06' 44'' a 97° 08' 24''

Entidades: Oaxaca, Puebla, Veracruz.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Esta región integra la sierra del norte de Oaxaca (Sierra Juárez) y la sierra Mixe-La Ventosa. Se trata de una región importante por la gran diversidad de ambientes interconectados debidos a la compleja fisiografía. Existe poca fragmentación y se presentan los bosques mesófilos más grandes y mejor conservados de México. La fisiografía compleja de esta zona da como resultado diversidad de ambientes. Sin embargo, destaca la gran extensión de los bosques mesófilos de montaña y la selva alta perennifolia. Hacia la parte sur se localizan selvas medianas, altas y bajas y corredores de taxa xerofíticos. El río Tehuantepec divide a los bosques de coníferas del norte de las selvas del sur.

ASPECTOS BIÓTICOS

Diversidad ecosistémica: Valor para la conservación: 3 (alto) Destacan las selvas altas, medianas y bajas, caducifolias y cálido-húmedas; los bosques mesófilos, de pino y de pino-encino; y sabanas, entre otros ecosistemas. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

- Bosque de pino Bosques predominantes de pino. A pesar de distribuirse en 29% zonas templadas, son característicos de zonas frías.
- Selva alta perennifolia Comunidad vegetal en donde el dosel arbóreo sobrepasa los 30 m 22% de altura y donde más del 75 % de las especies conservan las hojas todo el año.
- Bosque mesófilo de montaña Bosque con vegetación densa, muy húmedos, de clima templado. 20% Sólo se presenta en laderas superiores a los 800 m.
- Selva baja caducifolia Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde más del 75 % 13% de las especies pierden las hojas durante la época de secas.
- Agricultura, pecuario y forestal Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, 10% puede ser permanente o de temporal.
- Bosque de encino Bosques en donde predomina el encino. Suelen estar en climas 6% templados y en altitudes mayores a los 800 m.

	Valor para la conservación:
Integridad ecológica funcional: Tanto en flora como en fauna, sin embargo, la zona seca probablemente tiene una integridad alta y en la zona húmeda la integridad es baja.	4 (alto)
Función como corredor biológico: Podría considerarse como un corredor entre la Chinantla y los Chimalapas en la parte alta.	3 (alto)
Fenómenos naturales extraordinarios: Las selvas altas perennifolias son las que, en estructura, presentan la mayor área basal de entre todas las muestreadas en el país. Por otra parte, se considera un refugio pleistocénico-terciario. Los afloramientos de caliza espectaculares y el viento en La Ventosa.	2 (importante)
Presencia de endemismos: Tanto en flora como en fauna. Se pueden distinguir varios niveles: bajo en la zona húmeda, alto en la zona seca para plantas, mamíferos y aves y muy alto en herpetofauna y plantas en la selva de La Ventosa.	3 (alto)
Riqueza específica: Región con alta riqueza de especies de plantas, mamíferos y aves.	3 (alto)
Función como centro de origen y diversificación natural: Principalmente para mariposas y salamandras. Centro de diversificación de *Lepanthes* sp. (Orchidaceae).	3 (muy importante)

Problemática ambiental: Recientemente se han construido caminos para apoyo al aprovechamiento forestal. En el norte (parte de la planicie) se desarrollan actividades para el desarrollo de la ganadería. La alta explosión demográfica es un problema importante. Por otra parte, se tienen considerados para su desarrollo algunos proyectos hidráulicos. Entre los principales problemas están la alta presión de población en la zona mixe, la cual es menor en la región seca. Existe ganadería extensiva y zonas cafetaleras extensas.

	Valor para la conservación:
Función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles: Vainilla y algunas variedades de maíz.	2 (importante)
Pérdida de superficie original: En las selvas altas con suelo laterítico la pérdida es alta, así como en los bosques mesófilos y las selvas húmedas. En los bosques de coníferas es baja; las selvas sobre sustrato kárstico están bien conservadas.	2 (medio)
Nivel de fragmentación de la región: Baja en la zona seca; alta en la cálido húmeda y templada.	2 (medio)
Cambios en la densidad poblacional: Es muy heterogénea, con mayor cambio en la zona seca. En las partes altas este cambio llega a ser negativo pero hacia la planicie es alto, así como en la sierra Mixe. Existen variaciones de intermedio a estable.	2 (bajo)
Presión sobre especies clave: Sobre todo para especies clave de tipo maderable del bosque mesófilo y la selva alta.	2 (medio)
Concentración de especies en riesgo: Principalmente para plantas vasculares y vertebrados. Existen varias especies de plantas en peligro y amenazadas en la zona húmeda y especies raras en las selvas de La Ventosa.	3 (alto)
Prácticas de manejo inadecuado: Desmontes con fines agrícola y ganadero en la parte baja; la parte media es estable y en la parte alta se dan principalmente para fines forestales. Ganadería extensiva en zonas húmedas, pastoreo de cabras en zona seca, tala forestal, zonas agrícolas.	2 (medio)

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 RTP “SIERRAS DEL NORTE DE OAXACA-MIXE”, 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 dichas zonificaciones.

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 RTP 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 del 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 modernización de un camino de terracería existente y se considera una medida para la reducción de riesgos e impactos, ya que se considera que al ser una zona adaptada y previamente impactada por la existencia del camino actual podrá reducir los impactos adversos y la capacidad de acogida será mayor que si se propusiera una nueva zona para su instalación ya que implicaría la apertura de una nueva vía de comunicación, por otra parte el proyecto se considera prioritario ya que el camino actual carece de señalamientos y presenta condiciones precarias e inseguras en su forma.

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 RTP. Entre las medidas principales se encuentran:

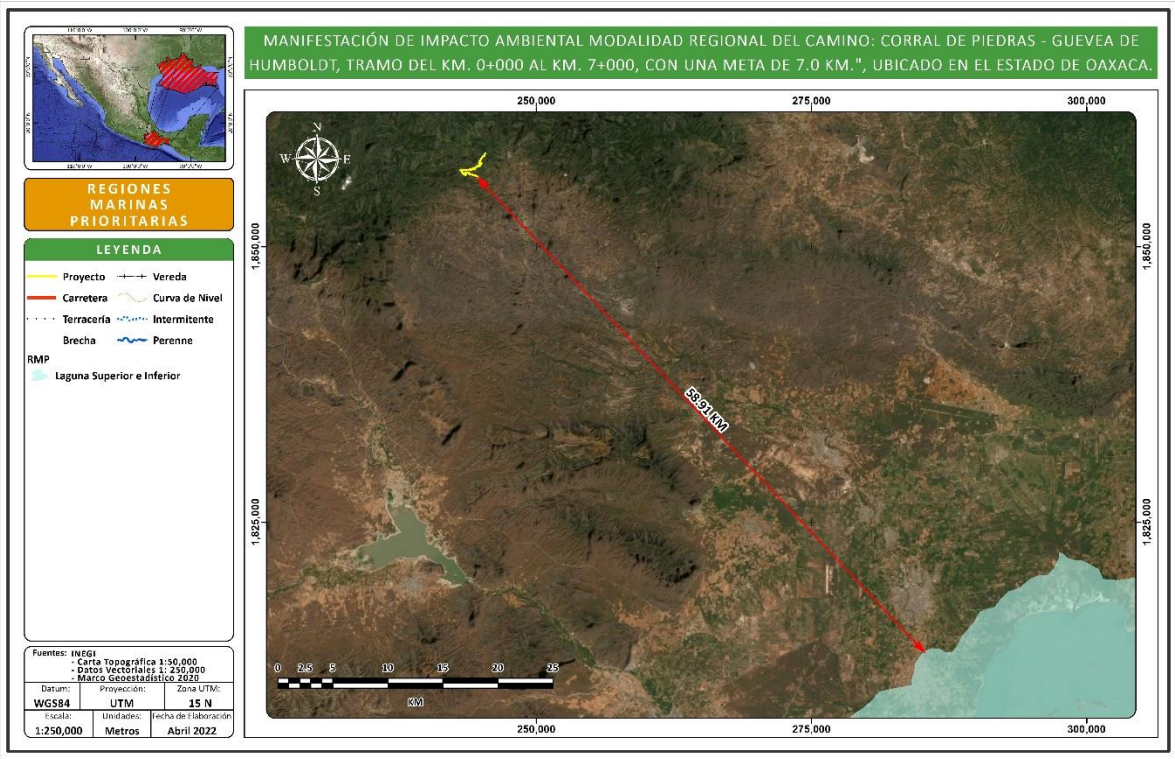
- Ejecutar previo al inicio de obras un programa de rescate y reubicación de flora, aún y cuando no se afectarán zonas forestales, el rescate se hará con afán de propagar especies nativas de la región.
- El rescate de fauna debe incluir en caso de requerirse la reubicación de nidos para no afectar especies de avifauna.
- Reforestación con vegetación nativa.
- Desmonte y despalme de forma dirigida, sin utilizar sustancias químicas.
- Prohibición de la quema de restos y estratos vegetales.
- Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo.
- Retirar todos los materiales sobrantes de la obra, escombros y residuos, para favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación en la zona de obra.
- Los trabajos con maquinaria deberán efectuarse en horarios que no afecten a la fauna.
- Trabajar únicamente en zonas delimitadas
- La empresa constructora debe establecer prohibiciones estrictas y sanciones a los trabajadores, conductores y operadores de maquinaria pesada, para evitar acciones que ocasionen afectaciones a la vegetación y la prohibición de caza, captura y compraventa y la muerte de cualquier organismo de la fauna y flora.

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

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: 	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 “Laguna Superior e Inferior” y se encuentra a 58.91 Km de distancia en línea recta. Por lo que el proyecto no tendrá incidencia alguna con regionalizaciones de este tipo

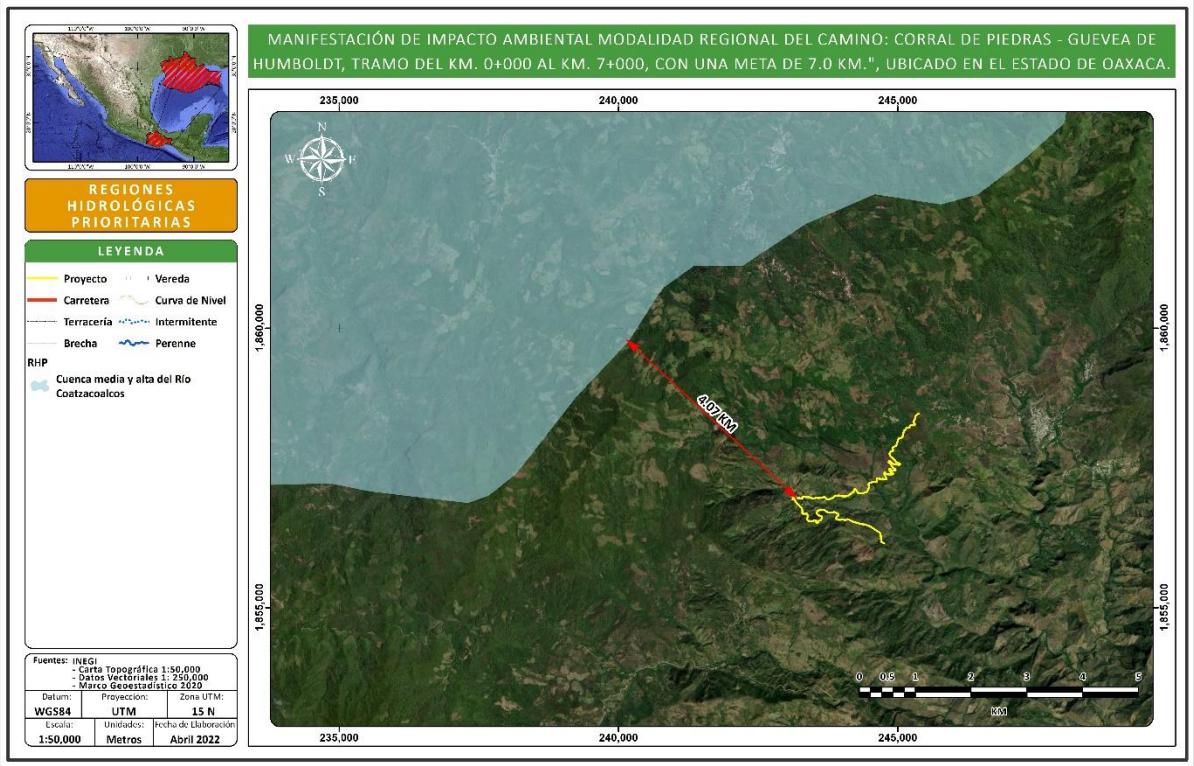
Fuente: elaboración propia con datos INEGI

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

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 "**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA, NO** se localiza dentro de zona delimitada como RHP.

La RHP más cercana al proyecto se denominada "Cuenca media y alta del Río Coatzacoalcos" y se localiza a una distancia aproximada de 4.07 km de distancia, por lo que el proyecto no incidirá en las condiciones intrínsecas de estas zonificaciones.

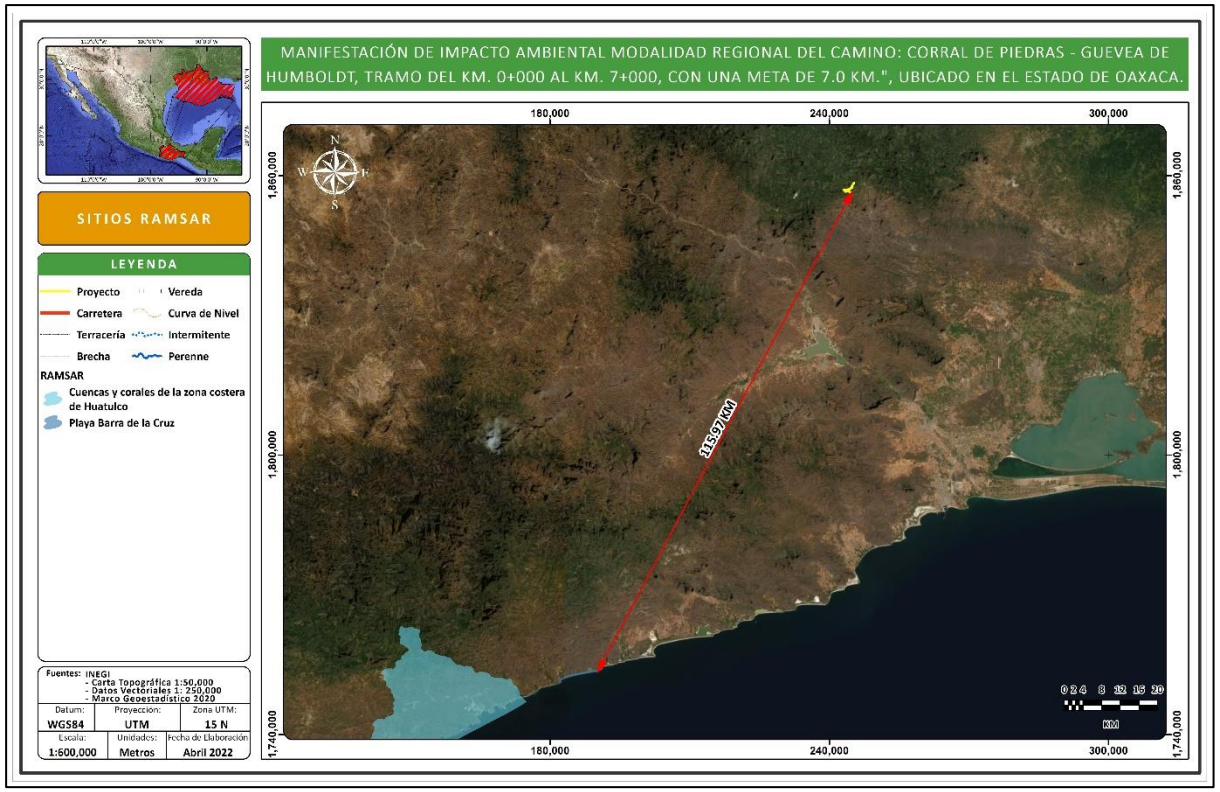
Sitios RAMSAR

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 **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA**, NO se localiza dentro de ninguna zona delimitada como sitio RAMSAR, la zona más cercana al proyecto clasificada como tal es la denominada "Playa Barra de la Cruz" y se ubica a 115.97 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. 13 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;*** ***VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;*** ***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.***	Con base en el ARTÍCULO 28 fracción I y VII citado anteriormente y debido a que el proyecto refiere a la modernización de un camino rural 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 camino: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.", 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 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.	
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,	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

Artículo	Vinculación
así como las prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo. ***Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:*** ***I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción*** ***III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;*** ***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.***	realizarán con apego a los lineamientos y criterios de la normativa aplicable vigente. 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 consiguiente, el proyecto no contraviene el presente artículo. Las emisiones a la atmósfera que generará el proyecto serán generadas principalmente durante la etapa de construcción, provenientes de los vehículos y maquinaria en operación; y estarán sujetas a monitoreos periódicos para dar cumplimiento con los niveles mínimos y máximos permitidos que establezcan las normas aplicables en esta materia, de igual manera subsecuentemente se presenta la vinculación con las NOM aplicables en este rubro.

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. 14 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.*** ***Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la***	Derivado de que el proyecto se refiere a la modernización de una vía general de comunicación (camino rural), en donde se requerirá realizar cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF); el presente proyecto carretero requiere la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, por lo cual se somete a dicho procedimiento de evaluación mediante la presentación de una MIA R, misma que incluye la información ambiental relevante relacionada con el proyecto, para exponer los factores ambientales susceptibles de ser afectados y las respectivas medidas de mitigación que deberán ejecutarse a fin de minimizar de la mejor forma los efectos adversos atribuibles al proyecto Es importante resaltar que la necesidad de ejecutar esta obra es alta, debido a que

Artículo	Vinculación
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...***	actualmente la zona carece de infraestructura vial eficiente y segura para sus traslados, 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 colisión, derrumbes y choque de frente, 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 cuando se apertura el camino existente, por lo que los impactos que generará la modernización son de baja escala y significancia ya que solo afectarán zonas puntuales y no se aumentará la fragmentación de los ecosistemas circundantes.

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. 15 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 serán descritas subsecuentemente en este documento.
Artículo 29. Los municipios y entidades federativas y la federación adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna	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

Artículo	Vinculación
silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio	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.

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. 16 Vinculación con los artículos aplicables de la LGDFS

Artículo	Vinculación
Artículo 2. Sus objetivos generales de esta Ley: ***I.- Contribuir al desarrollo, social, económico, ecológico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos;*** ***III.- Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales;*** ***V.- Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, en los términos del artículo 2 fracción VI de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable.*** ***Artículo 58. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:*** ***I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales…***	El proyecto se desarrollará sobre el derecho de vía de camino existente y refiere a la modernización de un camino rural a nivel de terracería, dada la topografía del sitio y la geometría actual del camino, se requerirán superficies adicionales para los alineamientos verticales y horizontales, por lo que se requerirá la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), Si bien se respetará el trazo actual y las zonas de afectación quedarán limitadas a la rectificación de algunas curvas , algunos de los terrenos aledaños albergan comunidades o macizos forestales, con vegetación secundaria de bosque de coníferas.
Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. ***En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.*** ***Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.***	El proyecto afectará una superficie forestal, ya que la modernización requerirá superficies adicionales para realizar cortes y mejorar el alineamiento del proyecto y dichas superficies cuentan con una aptitud forestal y albergan macizos forestales al tener un uso de suelo y vegetación de bosque.

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

Tabla III. 17 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 de vegetación secundaria de bosque de pino encino, aún y cuando la modernización respetará la ruta actual del camino, ya que la topografía del sitio amerita cortes para la rectificación de curvas sobre el derecho de vía del camino existente en donde los terrenos adyacentes albergan suelos con aptitud forestal.

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;***	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	Vinculación
II. Disolventes orgánicos usados ***III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;*** ***IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;***	artículo y que se contemplan serán generados durante el desarrollo del proyecto.
Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. ***Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.*** ***Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría***	El manejo de los residuos peligrosos se hará en apego a lo dispuesto por la LGPGIR y demás disposiciones aplicables, cumpliendo con lo establecido en los artículos 40, 41 y 45.

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. 18 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***	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. El camino presenta cruces con corrientes de carácter perenne e intermitentes, donde no se prevé modificar su flujo, ni su actual dinámica ya que tiene contemplado sustituir las obras de drenaje existente y se proyecta construir obras nuevas, todas las obras de drenaje menor propuestas se encuentran listadas en el presente documento. De igual manera se describen las medidas de prevención y mitigación con las que se pretende garantizar la protección de los cuerpos hídricos y así el dar cumplimiento cabal a este precepto.

Artículo	Vinculación
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	Es importante mencionar que las obras de drenaje consideradas para proyecto no ocuparan la zona federal adjunta ninguna corriente de agua, esto derivado de que para el proyecto solo se contemplan obras de drenaje menor para corrientes intermitentes o efímeras menores a 2 m de ancho t 0.75 m de profundidad.

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. 19 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 modernización de un camino rural existente el cual se encuentra a nivel de terracería 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 la modernización de un camino rural y la promovente es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se da cumplimiento con este artículo.

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. 20 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 modernización de un camino de terracería existente, que permitirá tener una vía más segura y eficiente para los usuarios a nivel regional. El presente proyecto será ejecutado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) 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.	

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. 21 Vinculación con las NOM aplicables

<table>
<tr><th>NORMA OFICIAL MEXICANA</th><th>VINCULACIÓN CON EL PROYECTO</th><th>PARÁMETROS NORMADOS</th><th>MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO</th></tr>
<tr>
<td>NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.</td>
<td>Para el caso del proyecto de la modernización del camino, 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.</td>
<td>
<table>
<tr><th>Concepto</th><th>Prom. Diario</th><th>Prom. Mensual</th></tr>
<tr><td>Temperatura</td><td>40</td><td>40</td></tr>
<tr><td>Grasas y aceites</td><td>15</td><td>25</td></tr>
<tr><td>Materia flotante</td><td>Ausente</td><td>Ausente</td></tr>
<tr><td>SST</td><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td>DBO 5</td><td>30</td><td>60</td></tr>
<tr><td>Nitrógeno</td><td>15</td><td>25</td></tr>
<tr><td>Fósforo</td><td>5</td><td>10</td></tr>
</table>
</td>
<td>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 15 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.</td>
</tr>
<tr>
<td>NOM-041-SEMARNAT-2015 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</td>
<td>Debido a la circulación de vehículos automotores que usan gasolina dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto se generarán emisiones de gases contaminantes, aun y cuando la verificación vehicular NO es obligatoria en el estado de Oaxaca, se deberá contemplar ejecutar</td>
<td>
<table>
<tr><th rowspan="2">Año - modelo vehicular</th><th rowspan="2">Hidrocarburos (HC hppm)</th><th rowspan="2">Monóxido de Carbono (CO % vol.)</th><th rowspan="2">Oxígeno (O2 % vol.)</th><th rowspan="2">Óxidos de Nitrógeno (NO, ppm)</th><th colspan="2">Dilución (CO + CO2 % vol.)</th><th rowspan="2">Factor Lambda Máx.</th></tr>
<tr><th>Mín.</th><th>Máx.</th></tr>
<tr><td>1990 y Anteriores</td><td>350</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2 500</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
<tr><td>1991 y posteriores</td><td>100</td><td>1.0</td><td>2.0</td><td>1 500</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
</table>
Nota de equivalencias: 1.- ppm o hppm (µmol/mol) y 2.- % vol. (cmol/mol).
<table>
<tr><th rowspan="2">Año modelo vehicular</th><th rowspan="2">Hidrocarburos (HC hppm)</th><th rowspan="2">Monóxido de Carbono (CO % vol.)</th><th rowspan="2">Oxígeno (O2 % vol.)</th><th colspan="2">Dilución (CO + CO2 % vol.)</th><th rowspan="2">Factor Lambda Máx.</th></tr>
<tr><th>Mín.</th><th>Máx.</th></tr>
<tr><td>1993 y Anteriores</td><td>400</td><td>3.0</td><td>2.0</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
<tr><td>1994 y posteriores</td><td>100</td><td>1.0</td><td>2.0</td><td>13</td><td>16.5</td><td>1.05</td></tr>
</table>
</td>
<td>Para el cumplimiento de los límites establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, los Gobiernos, Federal, estatales, municipales y del Distrito Federal operarán y, en su caso, autorizarán la operación de los Centros de Verificación o bien de las Unidades de Verificación Vehicular.
Se considera que un vehículo cumple con la presente Norma Oficial Mexicana, cuando sus valores de emisión no rebasan ninguno de los límites permisibles establecidos en las TABLAS 1 y 2 según corresponda, por lo que:</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><th>NORMA OFICIAL MEXICANA</th><th>VINCULACIÓN CON EL PROYECTO</th><th>PARÁMETROS NORMADOS</th><th>MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO</th></tr>
<tr><td></td><td>medidas para no rebasar los límites máximos permisibles de esta NOM.</td><td></td><td>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.
La empresa constructora y/o propietario, de los vehículos automotores, para el cumplimiento de los límites máximos permisibles, materia de la presente Norma Oficial Mexicana, deberá presentar a evaluación de sus emisiones contaminantes en los Centros de Verificación y en su caso en las Unidades de Verificación Vehicular acreditadas y aprobadas, de acuerdo al calendario y con los documentos que establezca el Programa de Verificación Vehicular que le corresponda y que para tal efecto emita cada autoridad ambiental.
Se mantendrá registro documental de los resultados de la verificación para comprobar el cumplimiento de esta norma.</td></tr>
<tr><td>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.</td><td>Debido a la circulación de vehículos automotores que usan diesel dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto se generarán emisiones de gases contaminantes, aun y cuando la verificación vehicular NO es obligatoria en el estado de Oaxaca, se deberá contemplar ejecutar medidas para no rebasar los</td><td>
<table>
<tr><th>Año-modelo del vehículo</th><th>Coeficiente de absorción de luz (m⁻¹)</th><th>Por ciento de opacidad (%)</th></tr>
<tr><td>2003 y anteriores</td><td>2.00</td><td>57.68</td></tr>
<tr><td>2004 y posteriores</td><td>1.50</td><td>47.53</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>Año-modelo del vehículo</th><th>Coeficiente de absorción de luz (m⁻¹)</th><th>Por ciento de opacidad (%)</th></tr>
<tr><td>1997 y anteriores</td><td>2.25</td><td>61.99</td></tr>
<tr><td>1998 y posteriores</td><td>1.50</td><td>47.53</td></tr>
</table>
</td><td>La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Gobierno de la Ciudad de México y los gobiernos de los estados, establecerán en el ámbito de su competencia, los Programas de Verificación Vehicular Obligatorios en donde se definirán las características de operación de estos.
Se considera que un vehículo cumple con la presente Norma Oficial Mexicana, cuando sus valores de emisión no rebasan ninguno de los límites permisibles establecidos en las TABLAS 1 y 2 según corresponda, por lo que:</td></tr>
</table>

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	PARÁMETROS NORMADOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
	límites máximos permisibles de esta NOM.		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. Los propietarios o conductores de los automotores, materia de la presente Norma Oficial Mexicana deberán presentar éstos a evaluación de sus emisiones contaminantes en los Centros de Verificación Vehicular autorizados y Unidades de Verificación acreditadas y aprobadas de acuerdo con el calendario y con los documentos que establezca el Programa de Verificación Vehicular que le corresponda. 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, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Existirá generación de ruido proveniente de los vehículos automotores, que se utilizaran durante las diversas etapas del proyecto	PESO BRUTO VEHICULAR (Kg) / LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A) Hasta 3,000 — 86 Más de 3,000 y hasta 10,000 — 92 Más de 10,000 — 99	Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción sobre todo cuando se trabaje cerca de las poblaciones para que no se exceda los límites máximos permisibles que establece la norma respectiva. El monitoreo de ruido deberá contemplarse y ejecutarse conforme al 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-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño,	Si bien el proyecto generará residuos sólidos urbanos y de manejo especial, NO se plantea diseñar, construir, operar o		El contratista deberá contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, realizando la separación, almacenamiento temporal y confinamiento

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	PARÁMETROS NORMADOS	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	monitorear los sitios de disposición final de este tipo de residuos, ya que se dispondrán en sitios previamente autorizados, operados y monitoreados por entidades públicas o privadas autorizadas por las autoridades municipales correspondientes.		especial, los cuales serán transportados a un sitio previamente autorizado por las autoridades municipales para su disposición final, en ningún caso el contratista deberá disponer en sitios no autorizados los residuos. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes deberá de exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y transporte al sitio de disposición final, así como la copia del contrato o acuerdo realizado con las autoridades municipales, cuando la autoridad ambiental así lo solicite.
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.	La empresa Constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración.	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	No aplican parámetros	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.

<table>
<tr><th>NORMA OFICIAL MEXICANA</th><th>VINCULACIÓN CON EL PROYECTO</th><th>PARÁMETROS NORMADOS</th><th>MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO</th></tr>
<tr><td></td><td>categorías de riesgo de la mencionada NOM</td><td></td><td>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.</td></tr>
<tr><td>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.</td><td>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.</td><td>No aplican parámetros</td><td>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 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.</td></tr>
<tr><td>NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012
Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.</td><td>La maquinaria pesada (excavadoras, aplanadoras, etc) que se va a utilizar durante las etapas de preparación y operación, podría presentar pequeños derrames de combustible, en especial cuando se encuentran estacionada, así que será probable que se produzca contaminación del suelo.</td><td><table>
<tr><th rowspan="2">FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS</th><th colspan="3">USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)</th><th rowspan="2">MÉTODO ANALÍTICO</th></tr>
<tr><th>Agrícola, forestal, pecuario y de conservación</th><th>Residencial y recreativo</th><th>Industrial y comercial</th></tr>
<tr><td>Ligera</td><td>200</td><td>200</td><td>500</td><td>NMX-AA-105-SCFI-2008</td></tr>
<tr><td>Media</td><td>1 200</td><td>1 200</td><td>5 000</td><td>NMX-AA-145-SCFI-2008</td></tr>
<tr><td>Pesada</td><td>3 000</td><td>3 000</td><td>6 000</td><td>NMX-AA-134-SCFI-2006</td></tr>
</table></td><td>La empresa constructora deberá contar con un programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos
Se deberá de contar con la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y responsabilizarse de los derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra.
Se deberá desarrollar un procedimiento de actuación en caso de derrames.</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia con datos del DOF

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 8

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 8

V.1.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 10

V.1.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 12

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR). 20

IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR. 20

IV.2.2.1 MEDIO ABIÓTICO. 20

IV.2.2.1.1. CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS 20

IV.2.2.1.2. GEOMORFOLOGÍA 30

IV.2.2.1.3 GEOLOGIA 37

IV.2.2.1.4. SUELOS 48

IV.2.2.1.4. AGUA 54

IV.2.2.1.5. AIRE 78

IV.2.2.2 MEDIO BIÓTICO 82

IV.2.2.2.1 VEGETACIÓN 82

IV.2.2.2.2. FAUNA 146

IV.2.2.2.3. COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES 172

IV.2.2.2.4. BIODIVERSIDAD 173

IV.2.2.2.5. ECOSISTEMAS 175

IV.2.2.2.6. ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES 176

IV.2.2.3.1 PAISAJE 178

IV.2.2.3.2 SOCIOECONOMICO 190

IV.3 DIAGNOSTICO AMBIENTAL 197

IMÁGENES

Imagen IV 1 Esquema para delimitación del SAR. 8
Imagen IV 2 Delimitación del Área de influencia del proyecto 11
Imagen IV 3 Delimitación con el cambio de uso de suelo y vegetación 12
Imagen IV 4 Delimitación por terracería 13
Imagen IV 5 Delimitación por parteaguas 13
Imagen IV 6 Vista satelital del Sistema Ambiental Regional. 14
Imagen IV 7 Vías de acceso del Sistema Ambiental Regional 14
Imagen IV 8 Climas del Estado de Oaxaca y del Proyecto. 24

Imagen IV 9 Climas del Sistema Ambiental Regional del Proyecto. 25
Imagen IV 10 Isotermas del Estado de Oaxaca 26
Imagen IV 11 Isotermas del Proyecto. 27
Imagen IV 12 Isoyetas del Estado de Oaxaca 28
Imagen IV 13 Isoyetas del Estado de Oaxaca y del Proyecto. 29
Imagen IV 14 Provincias Fisiográficas de la República Mexicana 30
Imagen IV 15 Regiones de Oaxaca 31
Imagen IV 16 Provincias Fisiográficas del Proyecto. 32
Imagen IV 17 Subprovincias Fisiográficas del Proyecto. 33
Imagen IV 18 Topoformas presentes en el área del Proyecto. 34
Imagen IV 19 Topografía presente en el área del proyecto. 35
Imagen IV 20 Modelo Digital de Elevaciones del área del proyecto. 36
Imagen IV 21 Geología superficial del acuífero 39
Imagen IV 22 Geología presente en el estado de Oaxaca 41
Imagen IV 23 Geología presente en el proyecto 42
Imagen IV 24 Atlas Nacional de Riesgos 44
Imagen IV 25. Sismicidad de México en 2015 45
Imagen IV 26 Volcanes de México 46
Imagen IV 27 Peligro Volcánico Nacional 47
Imagen IV 28 Edafología del Estado de Oaxaca 52
Imagen IV 29 Edafología del Proyecto 53
Imagen IV 30 Orden de corriente de la microcuenca 55
Imagen IV 31 Intersección de los cuerpos de agua con el proyecto 55
Imagen IV 32 Cuenca del proyecto 58
Imagen IV 33 Subcuenca del proyecto 59
Imagen IV 34 Intersección de Agua 60
Imagen IV 35 Cuencas Hidrológicas del Proyecto. 61
Imagen IV 36 Intersección del cauce intermitente 01 con el trazo del proyecto. 62
Imagen IV 37 Intersección del cauce intermitente 02 con el trazo del proyecto. 65
Imagen IV 38 Intersección del cauce intermitente 03 con el trazo del proyecto. 69
Imagen IV 39 intersecciones de corrientes de agua que sirven como obras de drenaje 72
Imagen IV 40 Obras de drenaje menor en el proyecto 73
Imagen IV 41 Acuífero Tehuantepec 75
Imagen IV 42. Calidad de Aire del área del proyecto y sus alrededores 80
Imagen IV 43 Forma y tamaño de los sitios de muestreo. 83
Imagen IV 44 Forma y tamaño de los sitios de muestreo. 84
Imagen IV 45 Sitios de Muestreo 85
Imagen IV 46 Uso de Suelo y Vegetación presente el Sistema Ambiental Regional 87
Imagen IV 47. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 0+000 ALKM. 1+000. 124
Imagen IV 48. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 1+000 ALKM. 2+000. 127
Imagen IV 49. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 2+000 AL KM. 3+000. 130
Imagen IV 50. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 3+000 AL KM. 4+000. 133
Imagen IV 51. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 4+000 AL KM. 5+000. 136
Imagen IV 52. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 5+000 AL KM. 6+000. 139
Imagen IV 53. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 6+000 AL KM. 7+000. 142

Imagen IV 54 Algunos instrumentos y trampas para capturar anfibios y reptiles: redes, ganchos herpetológicos, lazos y nasas. 150
Imagen IV 55 Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello (tomado de Vanzolini y Nelson 1990 151
Imagen IV 56 Sitios de muestreo de Aves 152
Imagen IV 57 Observación directa para Aves 153
Imagen IV 58 Técnicas de muestreo para mamíferos 154
Imagen IV 59 Registro de una huella 155
Imagen IV 60 Tipos de pasos de Fauna Silvestre 164
Imagen IV 61 Obtención de la anchura, longitud y altura de los pasos. 165
Imagen IV 62 Distribución de las plantaciones en los accesos a los pasos de fauna 168
Imagen IV 63 Cerramientos en sitios de los pasos de fauna 169
Imagen IV 64 Componentes del Modelo General de Calidad del Paisaje. 179
Imagen IV 65 Localización del Municipio en la Región Istmo de Tehuantepec 190
Imagen IV 66 Componente Aire 198
Imagen IV 67 Componente Suelo 200
Imagen IV 68 Componente Hidrología 202
Imagen IV 69 Componente Geomorfología 203
Imagen IV 70 Componente Vegetación 204
Imagen IV 71 Componente Fauna 205
Imagen IV 72 Componente Antrópico 207

TABLAS

Tabla IV 1 Características de los Municipios del proyecto. 9
Tabla IV 2 Coordenadas del proyecto. 9
Tabla IV 3 Coordenadas del Sistema Ambiental regional 16
Tabla IV 4 Tipos de Climas presentes en los municipios donde se ubica el proyecto 21
Tabla IV 5 Normales Climatológicas de la estación 23
Tabla IV 6 Fisiografía del Municipio de Guevea de Humboldt en el estado de Oaxaca 31
Tabla IV 7 Eras Geológicas 37
Tabla IV 8 Geología del Municipio de Guevea de Humboldt 39
Tabla IV 9 Litología del área del proyecto 40
Tabla IV 10 Escala Richter 43
Tabla IV 11 Propiedades del suelo 49
Tabla IV 12 Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB. 49
Tabla IV 13 Área y porcentaje de los principales tipos de suelo en el estado de Oaxaca 51
Tabla IV 14 Características de la Subcuenca donde se ubica el Proyecto 57
Tabla IV 15 Índices morfométricos de la microcuenca 01 64
Tabla IV 16 Índices morfométricos de la microcuenca 02 68
Tabla IV 17 Índices morfométricos de la microcuenca 01 71
Tabla IV 18 Obras de drenaje propuestas en el proyecto 72
Tabla IV 19 Obras de drenaje Menor 74

Tabla IV 20 Contaminante criterio considerados en el diagnóstico y tendencia de la calidad del aire del Estado de OAXACA 79
Tabla IV 21 Contaminantes actuales 80
Tabla IV 22 Coordenadas de los sitios de muestreo. 83
Tabla IV 23. Usos de suelo y vegetación ocupados en el SAR. 86
Tabla IV 24. Resumen de vegetación de probable de afectación debido al trazo del proyecto. 91
Tabla IV 25. Cambio Uso de Suelo. 91
Tabla IV 26. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 1. 92
Tabla IV 27. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 2. 93
Tabla IV 28. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 3. 94
Tabla IV 29. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 4. 95
Tabla IV 30. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 5. 96
Tabla IV 31. Estimación del Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional. 100
Tabla IV 32. Relación de índices del Sistema Ambiental Regional. 101
Tabla IV 33. Estructura vertical del Sistema Ambiental Regional. 102
Tabla IV 34 Estimación del Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino. 107
Tabla IV 35 Relación de índices de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino. 108
Tabla IV 36 Estructura vertical de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino. 109
Tabla IV 37. Estimación del Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino. 113
Tabla IV 38. Relación de índices de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino. 114
Tabla IV 39. Estructura vertical de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino. 114
Tabla IV 40 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 0+000 AL KM. 1+000. 122
Tabla IV 41 Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 0+000 AL KM. 1+000. 122
Tabla IV 42 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 1+000 AL KM. 2+000. 125
Tabla IV 43 Total de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 1+000 AL KM. 2+000. 125
Tabla IV 44 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 2+000 AL KM. 3+000. 128
Tabla IV 45 Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 2+000 AL KM. 3+000. 128
Tabla IV 46 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 3+000 AL KM. 4+000. 131
Tabla IV 47 Total de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 3+000 AL KM. 4+000. 131
Tabla IV 48 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 4+000 AL KM. 5+000. 134

Tabla IV 49Total de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 4+000 AL KM. 5+000. 134
Tabla IV 50 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 5+000 AL KM. 6+000..... 137
Tabla IV 51 Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 5+000 AL KM. 6+000. 137
Tabla IV 52 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 6+000 AL KM. 7+000..... 140
Tabla IV 53 Total de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 6+000 AL KM. 7+000. 140
Tabla IV 54 Número final de especies de flora que serán sujetos a remoción debido al proyecto.143
Tabla IV 55 Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 143
Tabla IV 56 Listado de especies ornamentales y malezas presentes en las proximidades al proyecto. 144
Tabla IV 57. Listado general de especies encontrado dentro del SAR. 144
Tabla IV 58 Especies de fauna silvestre en el Municipio de Guevea de Humboldt 148
Tabla IV 59 Especies observadas en el proyecto. 156
Tabla IV 60 Presencia de especies dentro del área de estudio 159
Tabla IV 61. Índices de Biodiversidad para los órdenes encontrados en el proyecto..... 160
Tabla IV 62 Índices de Biodiversidad para las aves encontradas en el proyecto. 161
Tabla IV 63 Diversidad de las aves encontradas en el proyecto. 162
Tabla IV 64 Densidades mínimas de pasos de fauna para distintos grupos de referencia (Tomado de Ministerio de Medio Ambiente 2006). 164
Tabla IV 65 Aplicación a los proyectos de nuevas infraestructuras viarias de la integración de los criterios para la elección de la ubicación y características de los pasos de fauna. 167
Tabla IV 66Variables determinantes en el uso de estructuras acondicionadas como pasos de fauna. 171
Tabla IV 67 Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica. 182
Tabla IV 68 Valoración del paisaje del Proyecto del proyecto. 186
Tabla IV 69 Calidad visual del Sistema Ambiental Regional del proyecto..... 186
Tabla IV 70 Unidades paisajísticas del Sistema Ambiental Regional del Proyecto. 187
Tabla IV 71 Fragilidad visual del Sistema Ambiental Regional del proyecto..... 188
Tabla IV 72 Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica. 189
Tabla IV 73 Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica. 189
Tabla IV 74 Capacidad de acogida del Sistema Ambiental Regional 189
Tabla IV 75 Total de viviendas 192
Tabla IV 76 Tasas de fecundidad por grupos quinquenales de edad 193
Tabla IV 77 Taza de Alfabetización 194
Tabla IV 78 Escolaridad por edades 194
Tabla IV 79 Condición de actividad económica 195
Tabla IV 80 Total de derechohabientes por institución 196
Tabla IV 81 Lugar de residencia en marzo de 2010 196
Tabla IV 82 Condición de habla indígena 196
Tabla IV 83 Ponderación del aire 197
Tabla IV 84 Ponderación del suelo. 199

Tabla IV 85. Ponderación de la hidrología..... 201
Tabla IV 86 Ponderación de la geomorfología. 202
Tabla IV 87 Ponderación de la vegetación. 203
Tabla IV 88 Ponderación de la fauna..... 205
Tabla IV 89 Ponderación de la presencia antrópica. 206

FOTOGRAFIAS

Fotografía IV 1 Arroyo Río Lodo 66
Fotografía IV 2 Muestreo realizado para el proyecto. 84
Fotografía IV 3 Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino. 89
Fotografía IV 4. Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino. 90
Fotografía IV 5. Condiciones ambientales “Florísticas” en las que se encuentra la zona del proyecto. 118
Fotografía IV 6. Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 0+000 AL KM. 1+000. ... 123
Fotografía IV 7. Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 1+000 AL KM. 2+000. .. 126
Fotografía IV 8 Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 2+000 AL KM. 3+000. 129
Fotografía IV 9 Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 3+000 AL KM. 4+000. 132
Fotografía IV 10 Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 4+000 AL KM. 5+000. .. 135
Fotografía IV 11 Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 5+000 AL KM. 6+000. .. 138
Fotografía IV 12 Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 6+000 AL KM. 7+000. .. 141
Fotografía IV 13 Cámaras trampa 153
Fotografía IV 14 Colocación de cámaras trampa 154
Fotografía IV 15 Fauna cercana al proyecto..... 157
Fotografía IV 16 Lomeríos moderados con laderas bajas 184
Fotografía IV 17 Ladera Media del Sistema Ambiental..... 185

GRAFICAS

Gráfica IV 1 Climograma de la estación meteorológica 22
Gráfica IV 2 Coeficiente de escurrimiento de la microcuenca 01 63
Gráfica IV 3 Modelación de lluvia de la microcuenca 01 63
Gráfica IV 4 Perfil de elevaciones del cauce principal de la microcuenca 01..... 64
Gráfica IV 5 Coeficiente de escurrimiento de la microcuenca 02 67
Gráfica IV 6 Modelación de lluvia de la microcuenca 01 67
Gráfica IV 7 Perfil de elevaciones del cauce principal de la microcuenca 02..... 68
Gráfica IV 8 Coeficiente de escurrimiento de la microcuenca 03 70
Gráfica IV 9 Modelación de lluvia de la microcuenca 03 70
Gráfica IV 10 Perfil de elevaciones del cauce principal de la microcuenca 03..... 71
Gráfica IV 11. Estructura Vertical del Sistema Ambiental Regional. 104
Gráfica IV 12 Índice de Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional. 105
Gráfica IV 13 Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino. 110

Gráfica IV 14 Índice de Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino. 111
Gráfica IV 15 Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino. 116
Gráfica IV 16 Índice de Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino. 117
Gráfica IV 17 Número de especies observadas en el proyecto 161
Gráfica IV 18 Composición por edad y sexo 191
Gráfica IV 19 Disponibilidad en el equipamiento de vivienda 192
Gráfica IV 20 Disponibilidad de acceso al agua entubada 193
Gráfica IV 21 Distribución de la población de 15 años y mas según nivel de escolaridad 194
Gráfica IV 22 Derechohabiencia 195

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

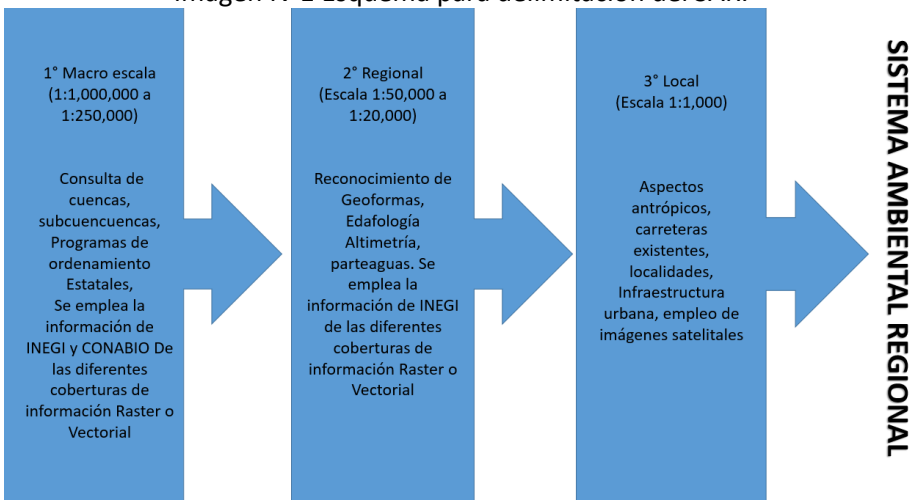
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA Y SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

FUNDAMENTO JURÍDICO.

Este apartado se desarrolla de acuerdo con lo dispuesto en la Fracción IV del Artículo 13 del Reglamento de evaluación de Impacto Ambiental (REIA) que dispone la obligación de incluir en la MIA-R una "***Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región***". En este sentido y en cumplimiento de lo establecido, se presenta el SAR donde se ubica el proyecto, cuyo objetivo principal será la delimitación de este sistema, posteriormente la caracterización y descripción de sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, finalmente, las tendencias del desarrollo y deterioro de la región, traducido en un diagnóstico objetivo para conocer la calidad ambiental que caracteriza a dicho SAR. 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 regional (SAR) 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 regional, 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 de los ecosistemas y efectuar previsiones respecto de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto

Imagen IV 1 Esquema para delimitación del SAR.



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

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

Tabla IV 1 Características de los Municipios del proyecto.

ATRIBUTO	GUEVEA DE HUMBOLDT
LOCALIZACIÓN	Se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec al sureste del Estado, en las coordenadas 95º22' longitud oeste, 16º47' latitud norte, a una altura de 620 msnm. Limita al norte con San Juan Mazatlán, al sur con Santiago Lachiguiri y Santa María Guienagati, al oriente con Santiago Lachiguiri y al poniente con San Juan Guichicovi, Santo Domingo Petapa y Santa María Guienagati.
EXTENSIÓN	La superficie total del municipio es de 262.56 km².
OROGRAFÍA	El proyecto se localiza en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur en la Subprovincia de Sierras Orientales en un sistema de topoformas se Sierras altas complejas
HIDROGRAFÍA	El proyecto se única en la Región Hidrológica Tehuantepec (RH 22), Cuenca (RH22A) L. Superior e Inferior y la Subcuenca (RH22Af), R Perros de tipo exorreica
CLIMA	El clima del proyecto es **Am**, es decir el clima designado como Semicálido subhúmedo, temperatura entre 16°C y 26°C, temperatura del mes más frío menor de13°C, temperatura del mes más caliente mayor de 40°C; lluvias de verano del 95% anual.
PRINCIPALES ECOSISTEMAS	Los principales ecosistemas son bosques secundarios arborescente y arbóreos de Bosque de Pino-Encino.

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 2 Coordenadas del proyecto.

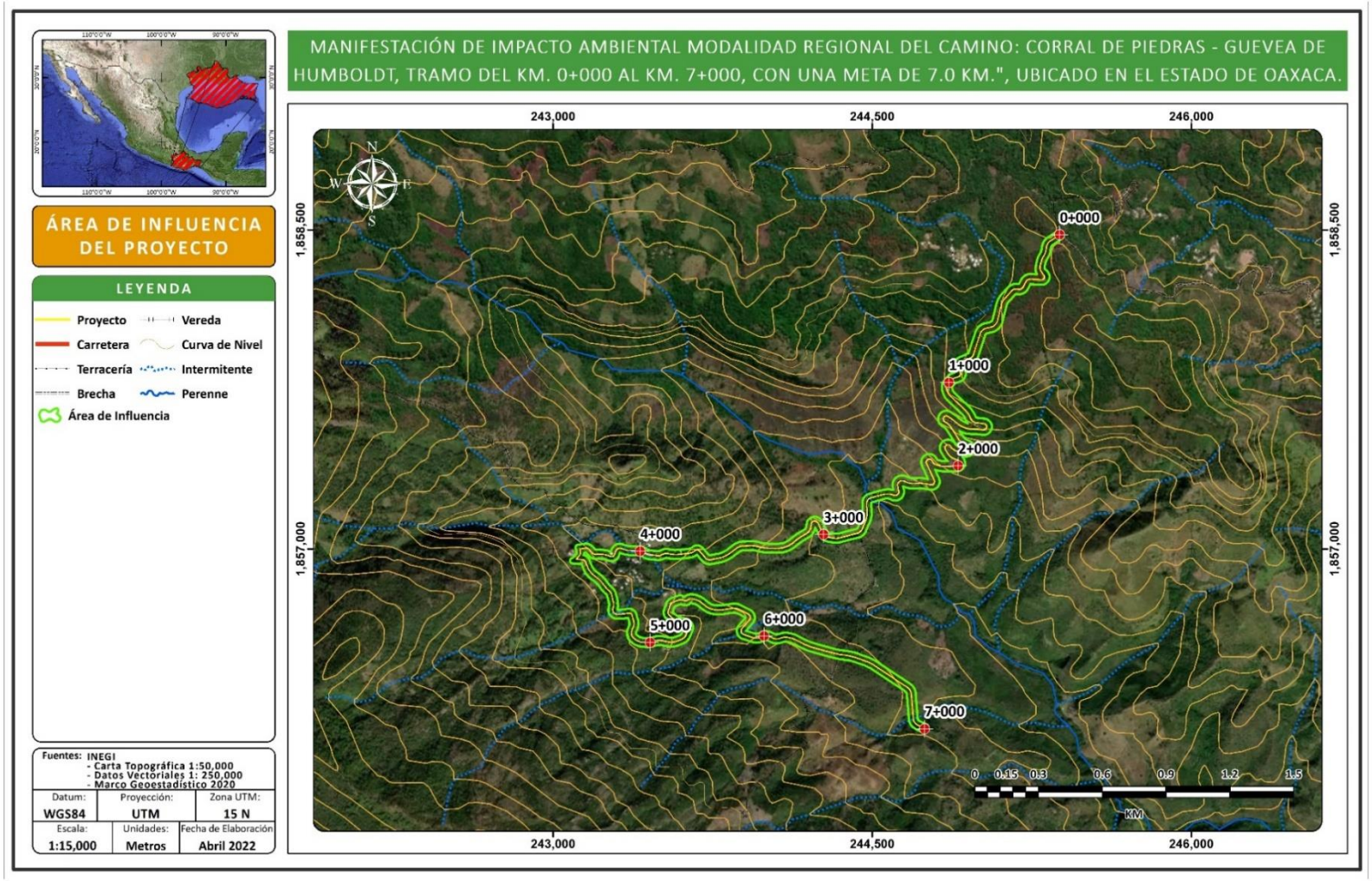
Cadenamiento	UTM Zona 15N		Geográficas	
	Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
0+000	245,381.52	1,858,478.19	-95° 23' 20.05"	16° 47' 44.17"
0+500	245,109.77	1,858,157.09	-95° 23' 29.09"	16° 47' 33.62"
1+000	244,861.79	1,857,783.46	-95° 23' 37.31"	16° 47' 21.38"
1+500	244,868.04	1,857,615.27	-95° 23' 37.03"	16° 47' 15.91"
2+000	244,904.82	1,857,391.59	-95° 23' 35.7"	16° 47' 8.65"
2+500	244,624.73	1,857,269.47	-95° 23' 45.1"	16° 47' 4.57"
3+000	244,272.86	1,857,068.46	-95° 23' 56.9"	16° 46' 57.9"
3+500	243,866.50	1,857,006.82	-95° 24' 10.59"	16° 46' 55.73"
4+000	243,409.84	1,856,989.61	-95° 24' 25.99"	16° 46' 54.99"
4+500	243,192.40	1,856,874.41	-95° 24' 33.29"	16° 46' 51.16"
5+000	243,456.54	1,856,560.91	-95° 24' 24.24"	16° 46' 41.07"
5+500	243,658.28	1,856,764.48	-95° 24' 17.52"	16° 46' 47.77"
6+000	243,992.11	1,856,591.21	-95° 24' 6.18"	16° 46' 42.27"
6+500	244,469.72	1,856,472.35	-95° 23' 50.01"	16° 46' 38.59"
7+000	244,747.33	1,856,155.51	-95° 23' 40.51"	16° 46' 28.4"

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

V.1.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Derivado de las condiciones del sitio donde se inserta el proyecto y la naturaleza de este y considerando las actividades que se plantean para su ejecución en las áreas de afectación (Línea de ceros) se definió una distancia máxima que se pudiera llegar a afectar, esta fue determinada de acuerdo con el tipo de trabajos que se pretende realizar, maquinaria y factores topográficos, la cual fue de 12.5 m a partir de la Línea de ceros. Con este proceso se determinó el área de influencia del camino: **CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA**, en la siguiente imagen se puede observar la extensión del proyecto y las superficies que se verán afectadas de forma directa, así como el área de influencia directa.

Imagen IV 2 Delimitación del Área de influencia del proyecto



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

V.1.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

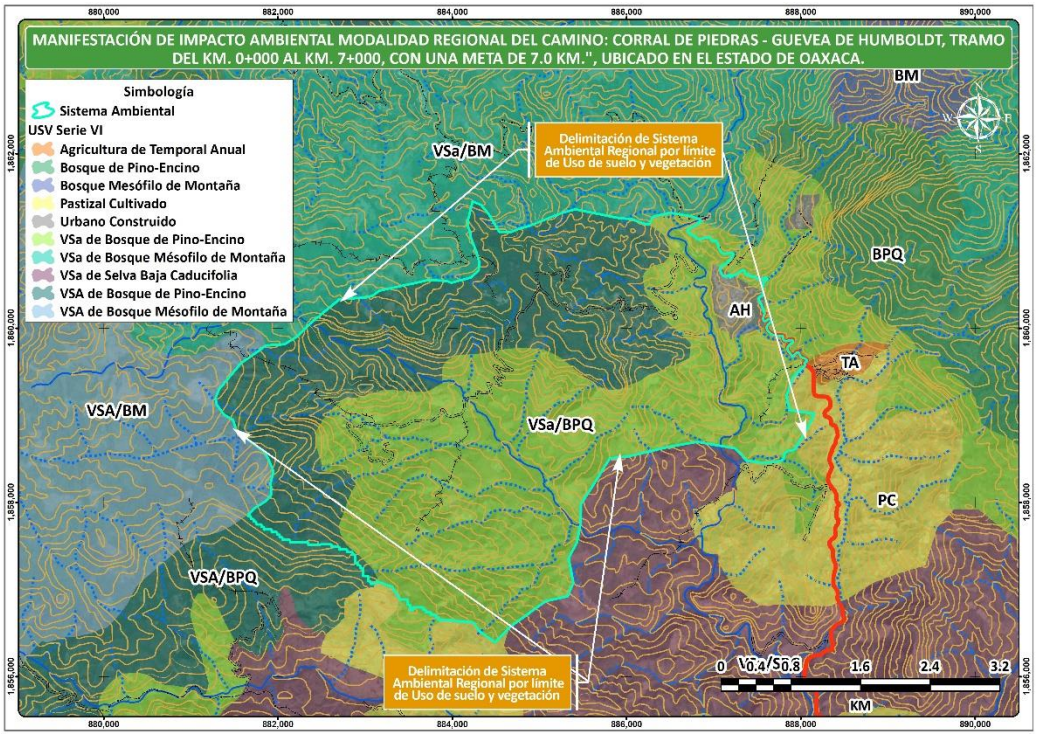
Para la delimitación definitiva del SAR del proyecto del camino: **"CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA"** se realizó una sobreposición de las capas vectoriales temáticas del área, con las diferentes escalas y coberturas de INEGI y CONABIO, para poder determinar un polígono homogéneo que represente las características ambientales por las que cruza el proyecto.

Para realizar la mencionada delimitación se emplearon los siguientes criterios:

- Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VI, INEGI (continuo nacional)
- Corrientes de Agua de la Red Hidrográfica escala 1:50 000 INEGI
- Áreas de escurrimiento de las microcuencas de la Red Hidrográfica escala 1:50 000 INEGI
- Relieve y topografía del sitio.

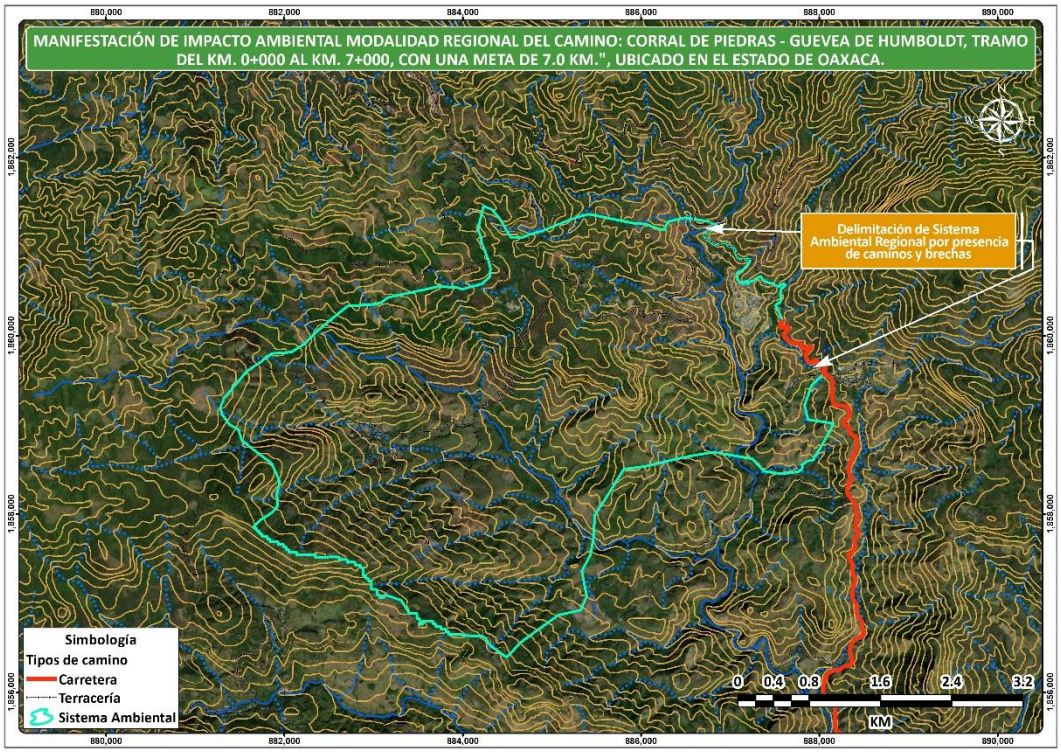
A continuación, se presenta de forma gráfica el análisis espacial realizado mediante la sobreposición de las capas señaladas.

Imagen IV 3 Delimitación con el cambio de uso de suelo y vegetación



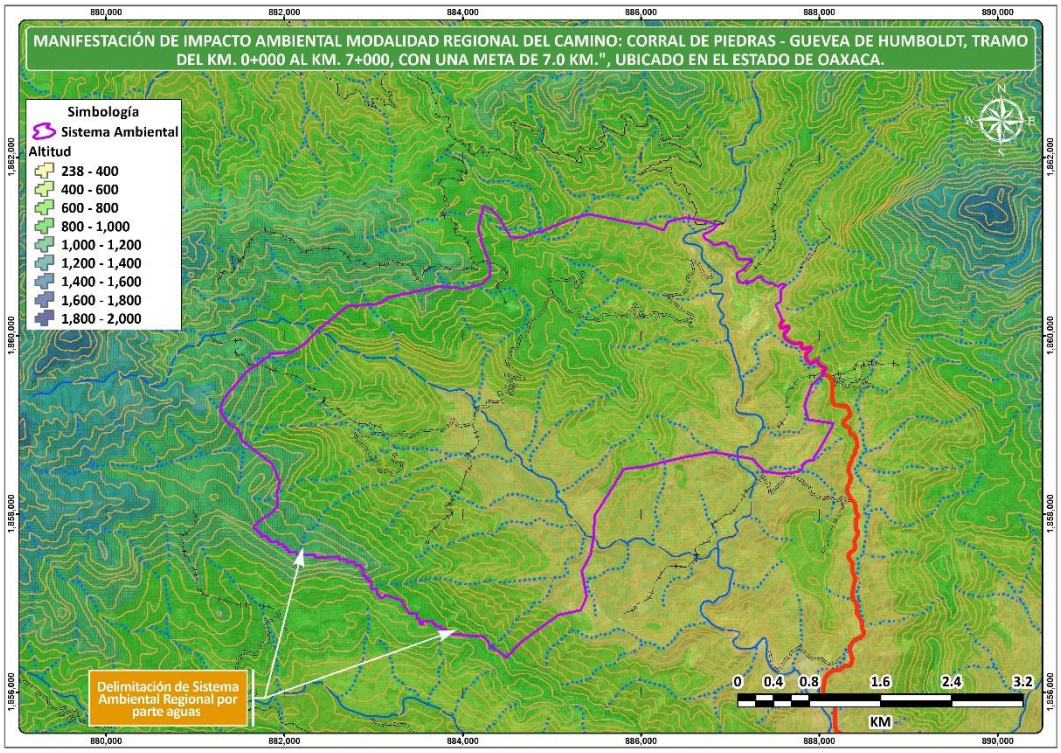
Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 4 Delimitación por terracería



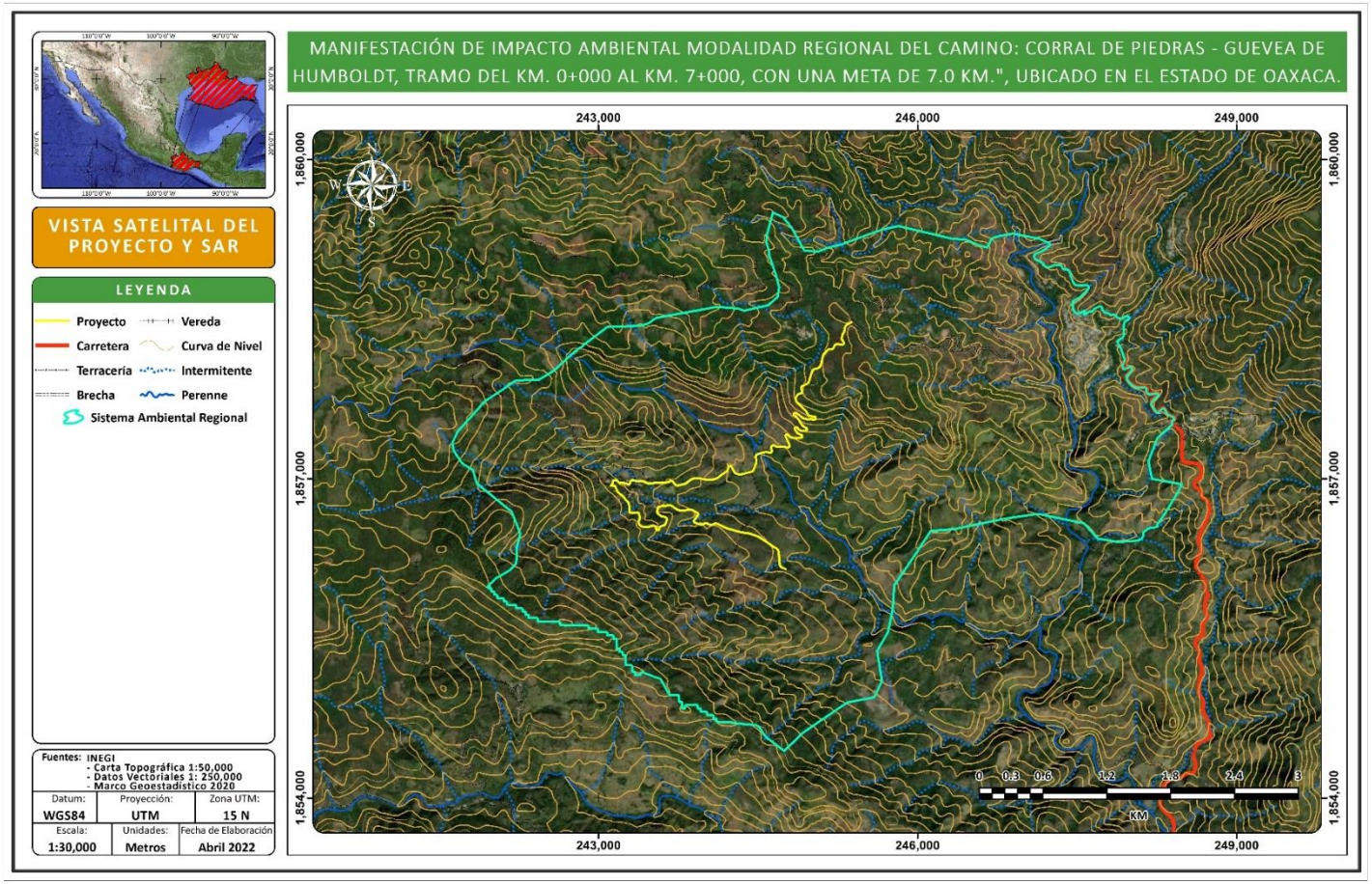
Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 5 Delimitación por parteaguas



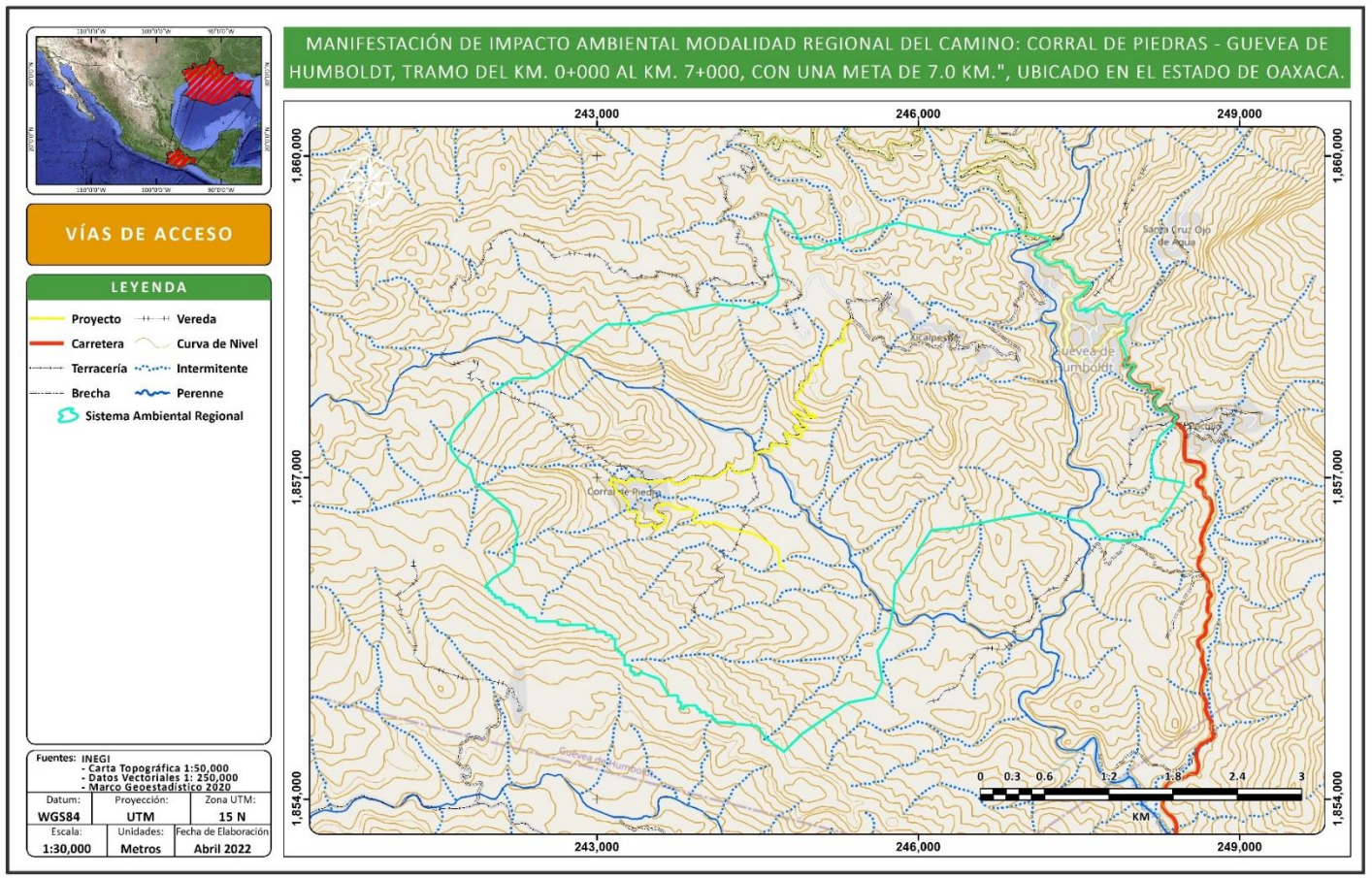
Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 6 Vista satelital del Sistema Ambiental Regional.



FUENTE: CANAN INGENIERIA

Imagen IV 7 Vías de acceso del Sistema Ambiental Regional



FUENTE: CANAN INGENIERIA

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas UTM del sistema ambiental regional

Tabla IV 3 Coordenadas del Sistema Ambiental regional

COORDENADAS SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL				
ID	UTM Zona 15N		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LATITUD	LONGITUD
1	244640	1859504	16° 48' 17.243"	-95° 23' 45.485"
2	244583	1859291	16° 48' 10.294"	-95° 23' 47.329"
3	244606	1859098	16° 48' 4.027"	-95° 23' 46.497"
4	244692	1858761	16° 47' 53.096"	-95° 23' 43.441"
5	244596	1858633	16° 47' 48.906"	-95° 23' 46.613"
6	244370	1858579	16° 47' 47.060"	-95° 23' 54.222"
7	244208	1858610	16° 47' 47.994"	-95° 23' 59.719"
8	244117	1858618	16° 47' 48.228"	-95° 24' 2.809"
9	243920	1858582	16° 47' 46.972"	-95° 24' 9.419"
10	243710	1858543	16° 47' 45.624"	-95° 24' 16.515"
11	243543	1858512	16° 47' 44.556"	-95° 24' 22.135"
12	243389	1858439	16° 47' 42.121"	-95° 24' 27.308"
13	243082	1858428	16° 47' 41.643"	-95° 24' 37.636"
14	242897	1858288	16° 47' 36.996"	-95° 24' 43.829"
15	242687	1858114	16° 47' 31.267"	-95° 24' 50.841"
16	242472	1857952	16° 47' 25.902"	-95° 24' 58.031"
17	242219	1857924	16° 47' 24.913"	-95° 25' 6.557"
18	242080	1857827	16° 47' 21.704"	-95° 25' 11.208"
19	241962	1857750	16° 47' 19.134"	-95° 25' 15.186"
20	241772	1857552	16° 47' 12.614"	-95° 25' 21.501"
21	241672	1857440	16° 47' 8.961"	-95° 25' 24.821"
22	241627	1857339	16° 47' 5.657"	-95° 25' 26.329"
23	241715	1857148	16° 46' 59.483"	-95° 25' 23.247"
24	241818	1857083	16° 46' 57.410"	-95° 25' 19.776"
25	241857	1856955	16° 46' 53.265"	-95° 25' 18.404"
26	242039	1856807	16° 46' 48.523"	-95° 25' 12.203"
27	242183	1856689	16° 46' 44.746"	-95° 25' 7.265"
28	242265	1856485	16° 46' 38.143"	-95° 25' 4.440"
29	242229	1856347	16° 46' 33.644"	-95° 25' 5.600"
30	242225	1856203	16° 46' 28.959"	-95° 25' 5.646"
31	242115	1856110	16° 46' 25.885"	-95° 25' 9.331"
32	241962	1855992	16° 46' 21.989"	-95° 25' 14.448"
33	242050	1855879	16° 46' 18.350"	-95° 25' 11.446"
34	242138	1855817	16° 46' 16.349"	-95° 25' 8.430"

ID	COORDENADAS SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL			
	UTM Zona 15N		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LATITUD	LONGITUD
35	242344	1855691	16° 46' 12.352"	-95° 25' 1.429"
36	242640	1855626	16° 46' 10.347"	-95° 24' 51.431"
37	242905	1855592	16° 46' 9.360"	-95° 24' 42.445"
38	243171	1855485	16° 46' 5.989"	-95° 24' 33.448"
39	243200	1855373	16° 46' 2.349"	-95° 24' 32.430"
40	243257	1855250	16° 45' 58.366"	-95° 24' 30.448"
41	243345	1855156	16° 45' 55.350"	-95° 24' 27.446"
42	243392	1855155	16° 45' 55.349"	-95° 24' 25.841"
43	243583	1855119	16° 45' 54.244"	-95° 24' 19.400"
44	243666	1854968	16° 45' 49.349"	-95° 24' 16.525"
45	243757	1854905	16° 45' 47.349"	-95° 24' 13.430"
46	243786	1854843	16° 45' 45.349"	-95° 24' 12.430"
47	243923	1854872	16° 45' 46.349"	-95° 24' 7.808"
48	243963	1854810	16° 45' 44.349"	-95° 24' 6.430"
49	244080	1854747	16° 45' 42.350"	-95° 24' 2.446"
50	244110	1854716	16° 45' 41.349"	-95° 24' 1.430"
51	244258	1854704	16° 45' 41.002"	-95° 23' 56.449"
52	244482	1854685	16° 45' 40.489"	-95° 23' 48.863"
53	244567	1854579	16° 45' 37.081"	-95° 23' 45.962"
54	244747	1854442	16° 45' 32.679"	-95° 23' 39.835"
55	244917	1854610	16° 45' 38.203"	-95° 23' 34.158"
56	245167	1854780	16° 45' 43.830"	-95° 23' 25.795"
57	245340	1854898	16° 45' 47.736"	-95° 23' 19.990"
58	245593	1854946	16° 45' 49.390"	-95° 23' 11.472"
59	245665	1855098	16° 45' 54.367"	-95° 23' 9.124"
60	245619	1855382	16° 46' 3.587"	-95° 23' 10.792"
61	245723	1855563	16° 46' 9.531"	-95° 23' 7.343"
62	245767	1855780	16° 46' 16.583"	-95° 23' 5.950"
63	245780	1855998	16° 46' 23.681"	-95° 23' 5.610"
64	245953	1856253	16° 46' 32.029"	-95° 22' 59.851"
65	246122	1856510	16° 46' 40.452"	-95° 22' 54.257"
66	246342	1856528	16° 46' 41.139"	-95° 22' 46.840"
67	246642	1856590	16° 46' 43.255"	-95° 22' 36.753"
68	246887	1856635	16° 46' 44.838"	-95° 22' 28.500"
69	247132	1856670	16° 46' 46.051"	-95° 22' 20.231"
70	247355	1856625	16° 46' 44.670"	-95° 22' 12.698"
71	247565	1856582	16° 46' 43.367"	-95° 22' 5.591"

ID	COORDENADAS SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL			
	UTM Zona 15N		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LATITUD	LONGITUD
72	247692	1856439	16° 46' 38.778"	-95° 22' 1.249"
73	247889	1856405	16° 46' 37.721"	-95° 21' 54.574"
74	248078	1856420	16° 46' 38.305"	-95° 21' 48.211"
75	248125	1856473	16° 46' 40.025"	-95° 21' 46.646"
76	248168	1856532	16° 46' 41.985"	-95° 21' 45.219"
77	248252	1856549	16° 46' 42.542"	-95° 21' 42.389"
78	248328	1856674	16° 46' 46.667"	-95° 21' 39.883"
79	248459	1856893	16° 46' 53.810"	-95° 21' 35.542"
80	248484	1856950	16° 46' 55.695"	-95° 21' 34.700"
81	248294	1856984	16° 46' 56.713"	-95° 21' 41.137"
82	248203	1857000	16° 46' 57.199"	-95° 21' 44.209"
83	248170	1857165	16° 47' 2.563"	-95° 21' 45.392"
84	248254	1857382	16° 47' 9.652"	-95° 21' 42.641"
85	248396	1857510	16° 47' 13.846"	-95° 21' 37.900"
86	248416	1857555	16° 47' 15.326"	-95° 21' 37.250"
87	248378	1857591	16° 47' 16.492"	-95° 21' 38.549"
88	248322	1857659	16° 47' 18.679"	-95° 21' 40.453"
89	248261	1857622	16° 47' 17.442"	-95° 21' 42.513"
90	248195	1857701	16° 47' 19.990"	-95° 21' 44.766"
91	248265	1857794	16° 47' 23.050"	-95° 21' 42.442"
92	248157	1857805	16° 47' 23.345"	-95° 21' 46.081"
93	248150	1857855	16° 47' 24.985"	-95° 21' 46.349"
94	248076	1857856	16° 47' 24.989"	-95° 21' 48.844"
95	247964	1857962	16° 47' 28.403"	-95° 21' 52.659"
96	248014	1858047	16° 47' 31.158"	-95° 21' 51.021"
97	247934	1858035	16° 47' 30.739"	-95° 21' 53.711"
98	247947	1858112	16° 47' 33.263"	-95° 21' 53.312"
99	247883	1858298	16° 47' 39.289"	-95° 21' 55.552"
100	247940	1858382	16° 47' 42.050"	-95° 21' 53.666"
101	247993	1858509	16° 47' 46.202"	-95° 21' 51.912"
102	247836	1858545	16° 47' 47.306"	-95° 21' 57.221"
103	247713	1858623	16° 47' 49.787"	-95° 22' 1.395"
104	247567	1858542	16° 47' 47.086"	-95° 22' 6.298"
105	247570	1858577	16° 47' 48.248"	-95° 22' 6.231"
106	247505	1858557	16° 47' 47.574"	-95° 22' 8.396"
107	247458	1858653	16° 47' 50.649"	-95° 22' 10.026"
108	247521	1858698	16° 47' 52.162"	-95° 22' 7.927"

ID	COORDENADAS SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL			
	UTM Zona 15N		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LATITUD	LONGITUD
109	247612	1858810	16° 47' 55.820"	-95° 22' 4.898"
110	247495	1858818	16° 47' 56.043"	-95° 22' 8.831"
111	247431	1858950	16° 48' 0.305"	-95° 22' 11.067"
112	247333	1859010	16° 48' 2.221"	-95° 22' 14.406"
113	247208	1858992	16° 48' 1.593"	-95° 22' 18.609"
114	247097	1859098	16° 48' 4.977"	-95° 22' 22.380"
115	247251	1859203	16° 48' 8.451"	-95° 22' 17.256"
116	247142	1859257	16° 48' 10.190"	-95° 22' 20.933"
117	246897	1859305	16° 48' 11.655"	-95° 22' 29.219"
118	246700	1859261	16° 48' 10.148"	-95° 22' 35.875"
119	246656	1859175	16° 48' 7.336"	-95° 22' 37.302"
120	246458	1859246	16° 48' 9.565"	-95° 22' 44.040"
121	246309	1859260	16° 48' 9.963"	-95° 22' 49.077"
122	246049	1859322	16° 48' 11.867"	-95° 22' 57.849"
123	245826	1859375	16° 48' 13.508"	-95° 23' 5.400"
124	245554	1859302	16° 48' 11.028"	-95° 23' 14.570"
125	245277	1859201	16° 48' 7.641"	-95° 23' 23.889"
126	245064	1859136	16° 48' 5.443"	-95° 23' 31.050"
127	244934	1859147	16° 48' 5.750"	-95° 23' 35.442"
128	244816	1859360	16° 48' 12.629"	-95° 23' 39.485"

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).

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

IV.2.2.1 MEDIO ABIÓTICO.

IV.2.2.1.1. CLIMA Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

El territorio oaxaqueño se distingue por su gran diversidad climática, la cual se atribuye al efecto de factores como la posición geográfica, lo intrincado del relieve, la exposición a los sistemas meteorológicos que se desarrollan tanto en la vertiente del Pacífico como la del Golfo, las corrientes marinas y la temperatura del océano, entre otras.

Trejo (2004) encontró que la combinación de todos estos factores da como resultado que dentro del estado existan 26 subtipos climáticos, de acuerdo con la clasificación de Kôppen modificado por García (INEGI 1988). Dentro de esta variación es posible encontrar climas cálidos, desde húmedos y subhúmedos hasta áridos y muy áridos, así como templados con un alto grado de humedad, o aquellos donde la aridez es un factor importante, y climas semifríos de húmedos a subhúmedos (Trejo, 2004). Un resumen de esta variabilidad se muestra en el cuadro 5, donde se observa que los climas cálido, semicálido y templado ocupan la mayor parte del territorio oaxaqueño.

- 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.

Debido a esto en el estado 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 proyecto se asienta sobre el Municipio de Guevea de Humboldt en el estado de Oaxaca, donde predomina el clima clasificado como (A)C(w2) que corresponde a un clima Semicálido subhúmedo, con lluvias en verano (65.66%).

La temperatura media anual es de 16°C hasta 26°C en las partes más bajas. La precipitación media anual varía de 800 a 2000 mm; el periodo de lluvias se presenta entre junio y octubre, mientras que el estiaje entre enero y abril. En ellos se presentan valores promedio de lluvias de 35 a 40 mm, para el estiaje, y de 212 a 400 mm para la temporada de lluvias.

Para la determinación de las variables climatológicas se cuenta con información de la red de estaciones que tienen influencia en el área del acuífero. De acuerdo con estos datos y utilizando el método de los Polígonos de Thiessen se determinaron valores promedio anuales de precipitación y temperatura de 2600mm y 26.9°C, respectivamente. De igual manera, con respecto a la evaporación potencial, se obtuvo un valor de 2271 mm anuales.

En lo que se refiere al trazo del proyecto, éste atraviesa por este tipo de clima **Am**, es decir el clima designado como Semicálido subhúmedo, temperatura entre 16°C y 26°C, temperatura del mes más frío menor de13°C, temperatura del mes más caliente mayor de 40°C; lluvias de verano del 95% anual.

Estos datos se pueden confirmar en la siguiente tabla:

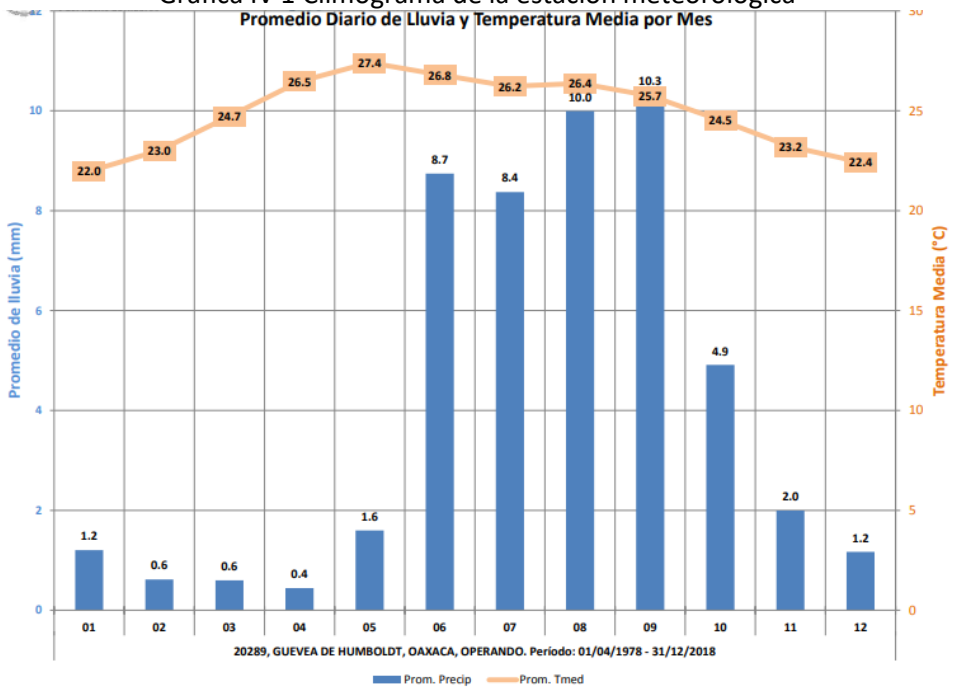
Tabla IV 4 Tipos de Climas presentes en los municipios donde se ubica el proyecto

Rango de temperatura	16-26°C
Rango de precipitación	800-2000mm
Tipo de Clima	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo (65.66%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo (14.12%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (12.65%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, menos húmedo (7.44%) y templado subhúmedo con lluvias en verano (0.13%)

Fuente: INEGI 2010.

De manera complementaria se muestra el climograma en el que se representa el comportamiento mensual de los parámetros temperatura y precipitación registradas por la Estación Meteorológica Guevea de Humboldt (020289), la cual cuenta con los registros estadísticos más completos, del año 1951 al 2010, amén de que en la estación meteorológica se presenta el mismo clima que en el trazo del proyecto, es decir Semicálido subhúmedo. De igual forma, en la gráfica señalada se puede apreciar una importante temporada de lluvias durante los meses de verano.

Gráfica IV 1 Climograma de la estación meteorológica



Fuente: CONAGUA, 2020.

Se localiza en las coordenadas geográficas son: 16°47´20´´ Latitud Norte y los 095°22´18´´ de Longitud Oeste; con una altura de 655msnm, por su relación en cuanto distancia al trazo del proyecto, lo cual indica datos más precisos del clima, además de que en esta estación se presenta el mismo tipo de clima que en el trazo del proyecto, esto es, el clima cálido (**A)C(w2) y (A)C(m)**.

- **TEMPERATURA.** En las siguientes tablas se pueden apreciar las temperaturas medias. En ella se puede notar que los meses más fríos del año son enero con 17.1°C y diciembre con 17.5°C, mientras que los meses más cálidos corresponden a abril y mayo con 33.8°C y 34.9°C respectivamente, los cuales corresponden con la transición primavera-verano. En lo que se refiere a la temperatura máxima promedio anual, ésta alcanza los 30.7**°**C.
- **PRECIPITACIÓN.** El promedio precipitación anual para los años de observación realizados en la Estación Meteorológica Guevea de Humboldt indica que en la zona se tiene una media anual de 2,271.7mm de lluvia. Los meses con mayor precipitación corresponden con julio y agosto con 496.3mm y 398.5mm, respectivamente, las cuales corresponden con la temporada de verano, mientras los meses con menor precipitación son febrero y marzo con 27.4mm cada uno.

La denominación de lluvias en verano se da a los que poseen por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más lluvioso de la mitad caliente del año, que en el mes menos lluvioso. Debe hacer por lo menos un mes con precipitación media menor de 60 mm.

Evaporación potencial media anual

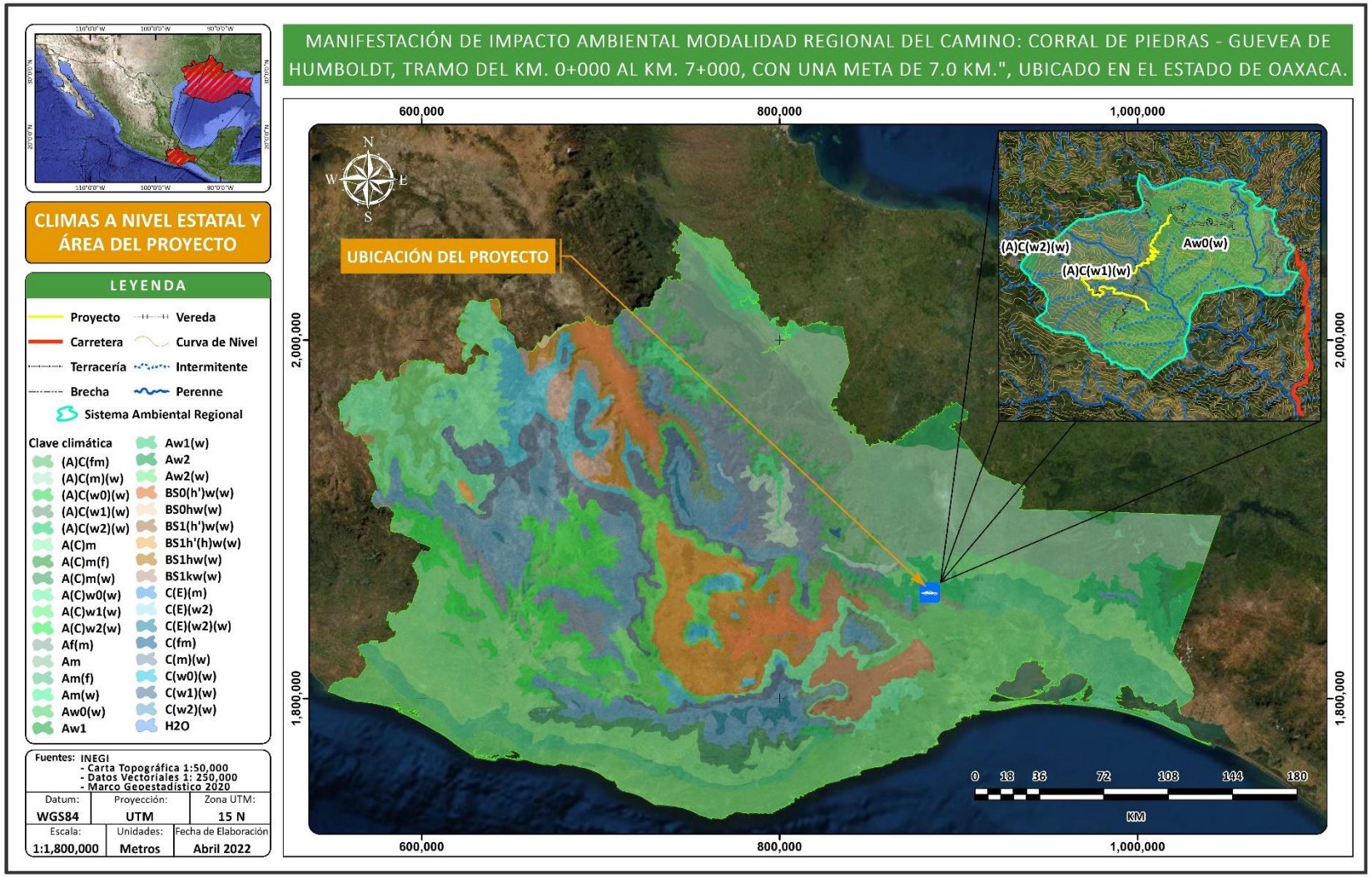
La evaporación potencial media anual, tomada de 41 estaciones climatológicas localizadas dentro de los límites del acuífero es de 2417mm.

Tabla IV 5 Normales Climatológicas de la estación

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMPERATURA MÁXIMA												
NORMAL	26.3	28.2	31.3	33.8	34.9	33.4	32.1	32	31.4	30	28.1	26.4
MÁXIMA MENSUAL	27.5	30.4	33.1	35.6	37.1	35.8	34.3	33.3	32.4	32.1	29.5	28.6
AÑO DE MÁXIMA	2005	2008	2000	2001	2003	1998	2007	2008	2006	2002	2000	2007
MÁXIMA DIARIA	37.5	36.5	40	40	41	40.5	37	36.5	36.5	36.5	35	35.5
FECHA MÁXIMA DIARIA	27/2010	25/2006	abr-83	28/2002	mar-03	13/2005	27/2001	25/2008	mar-01	20/2004	jun-00	feb-09
AÑOS CON DATOS	14	14	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMPERATURA MEDIA												
NORMAL	21.7	23	25.4	27.4	28.8	28.1	27.3	27.4	27	25.7	23.7	21.9
AÑOS CON DATOS	14	14	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14
TEMPERATURA MÍNIMA												
NORMAL	17.1	17.7	19.5	21	22.8	22.8	22.5	22.7	22.7	21.4	19.4	17.5
MÍNIMA MENSUAL	13.8	13.8	17.7	16.6	17.6	18.3	18.3	18	17.4	16.6	16	12.7
AÑO DE MÍNIMA	1998	1998	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997
MÍNIMA DIARIA	9	1	10	13	6.5	15.5	16	16	16	12	11	6
FECHA MÍNIMA DIARIA	28/1998	17/2009	24/1998	16/1997	25/2009	jul-97	23/1998	13/1997	ago-97	17/1997	29/1997	14/1997
AÑOS CON DATOS	14	14	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14
PRECIPITACIÓN												
NORMAL	64.3	27.4	27.4	41.6	104.2	324.7	496.3	398.5	371.9	237.7	118.4	59.3
MÁXIMA MENSUAL	118.5	57.1	65.5	160.5	242.6	476.9	764	981.2	682.2	415.4	272.2	152
AÑO DE MÁXIMA	1998	2010	2004	2010	2004	2001	2006	2010	1999	2001	1998	2000
MÁXIMA DIARIA	47	21.3	52	96	155	144	208.4	190	171	140.2	60	67
FECHA MÁXIMA DIARIA	may-10	26/2006	ene-00	113/2010	18/2008	16/2010	mar-01	22/2010	jun-08	27/2001	22/1998	17/2000
AÑOS CON DATOS	14	14	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14
EVAPORACIÓN TOTAL NORMAL	73.1	92.6	159.7	197.9	202.3	170.9	152.2	140.8	124.9	97.2	78.4	66.2
AÑOS CON DATOS	14	14	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14
NUMERO DE DÍAS CON LLUVIA	8.4	6.5	4.2	3.9	6.7	15	19.9	20.5	17.9	15.2	11.3	9.1
AÑOS CON DATOS	14	14	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14

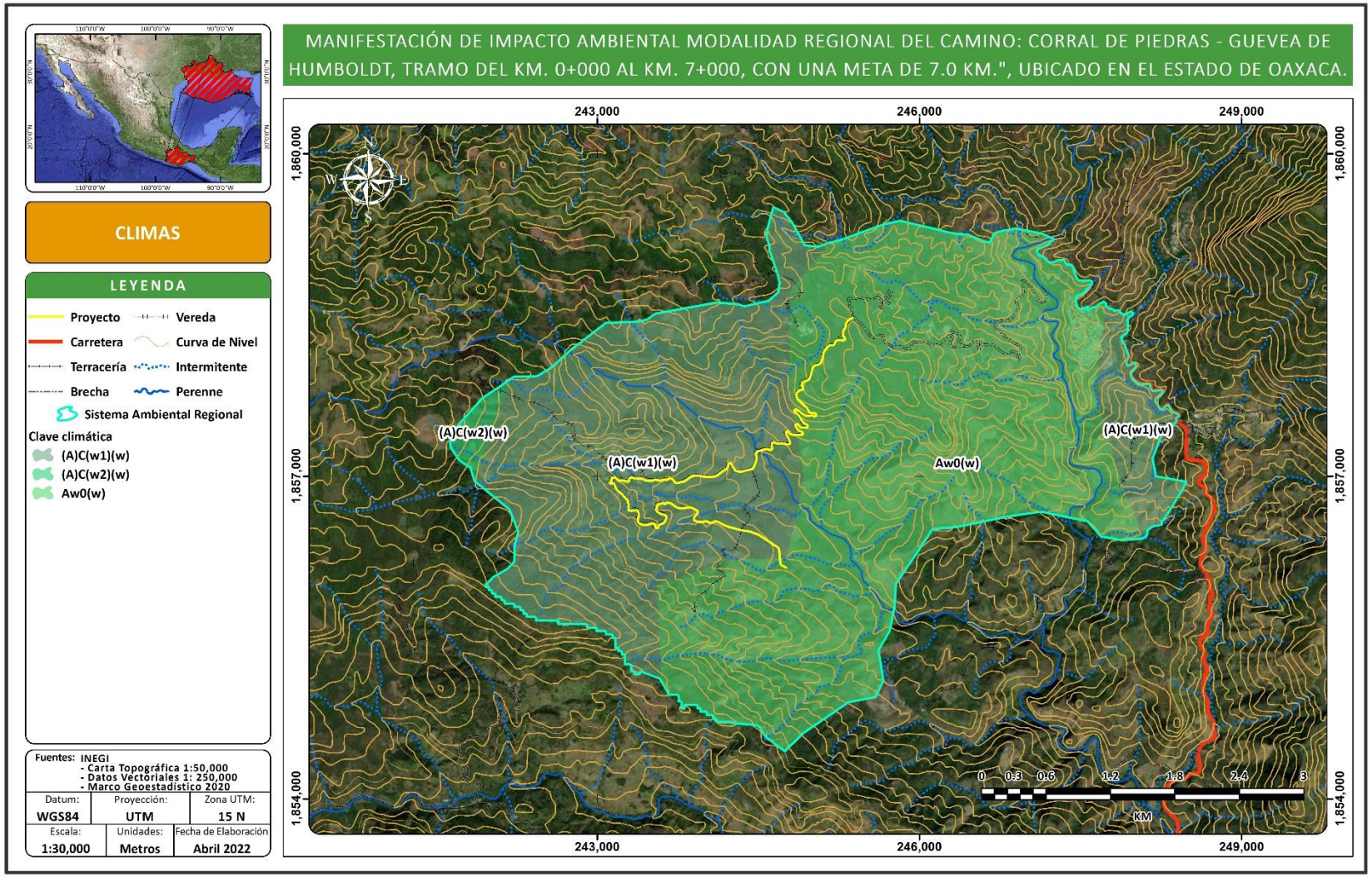
Fuente: SMA, 2022

Imagen IV 8 Climas del Estado de Oaxaca y del Proyecto.



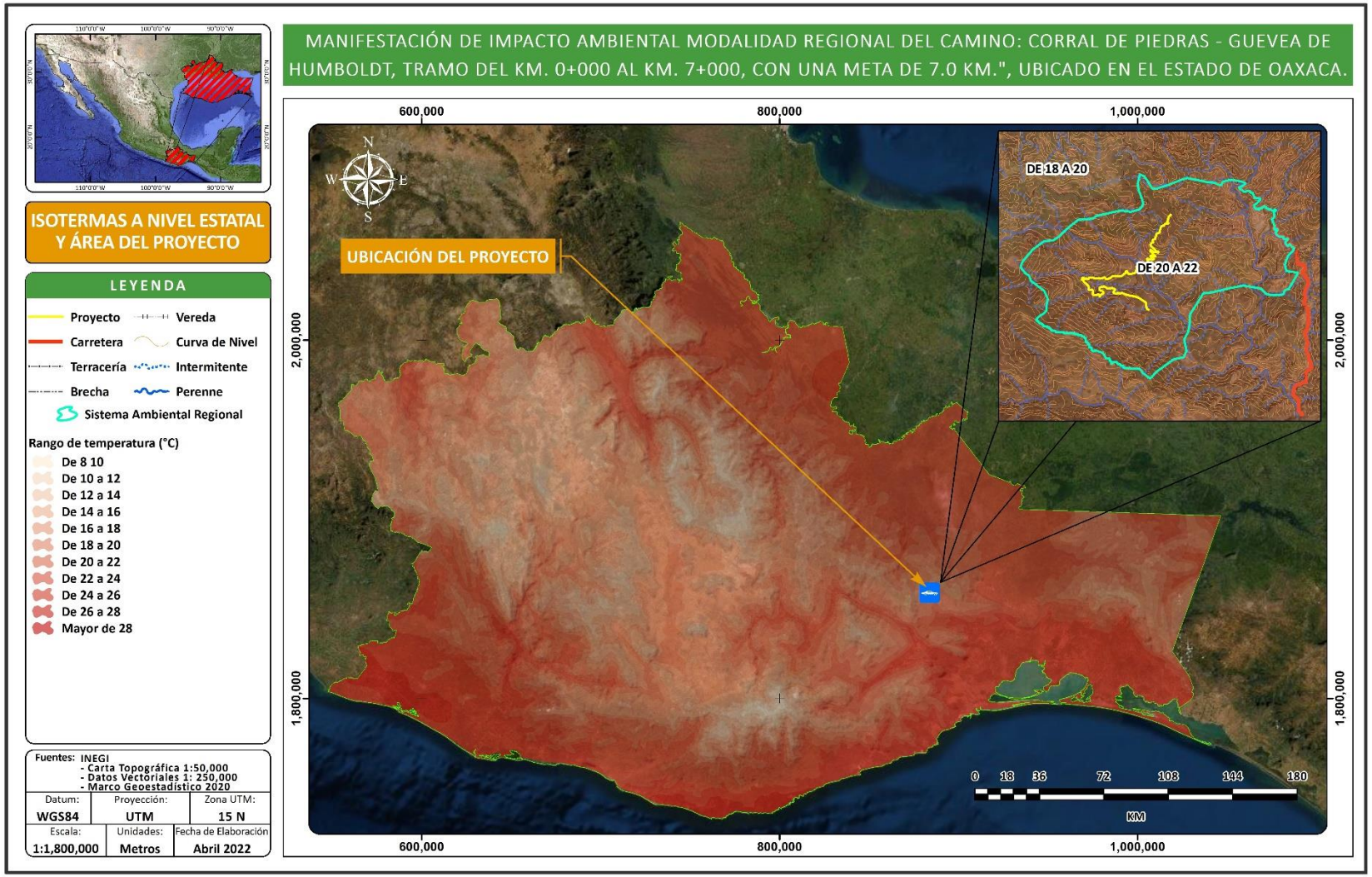
FUENTE: CANAN, INGENIERIA

Imagen IV 9 Climas del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.



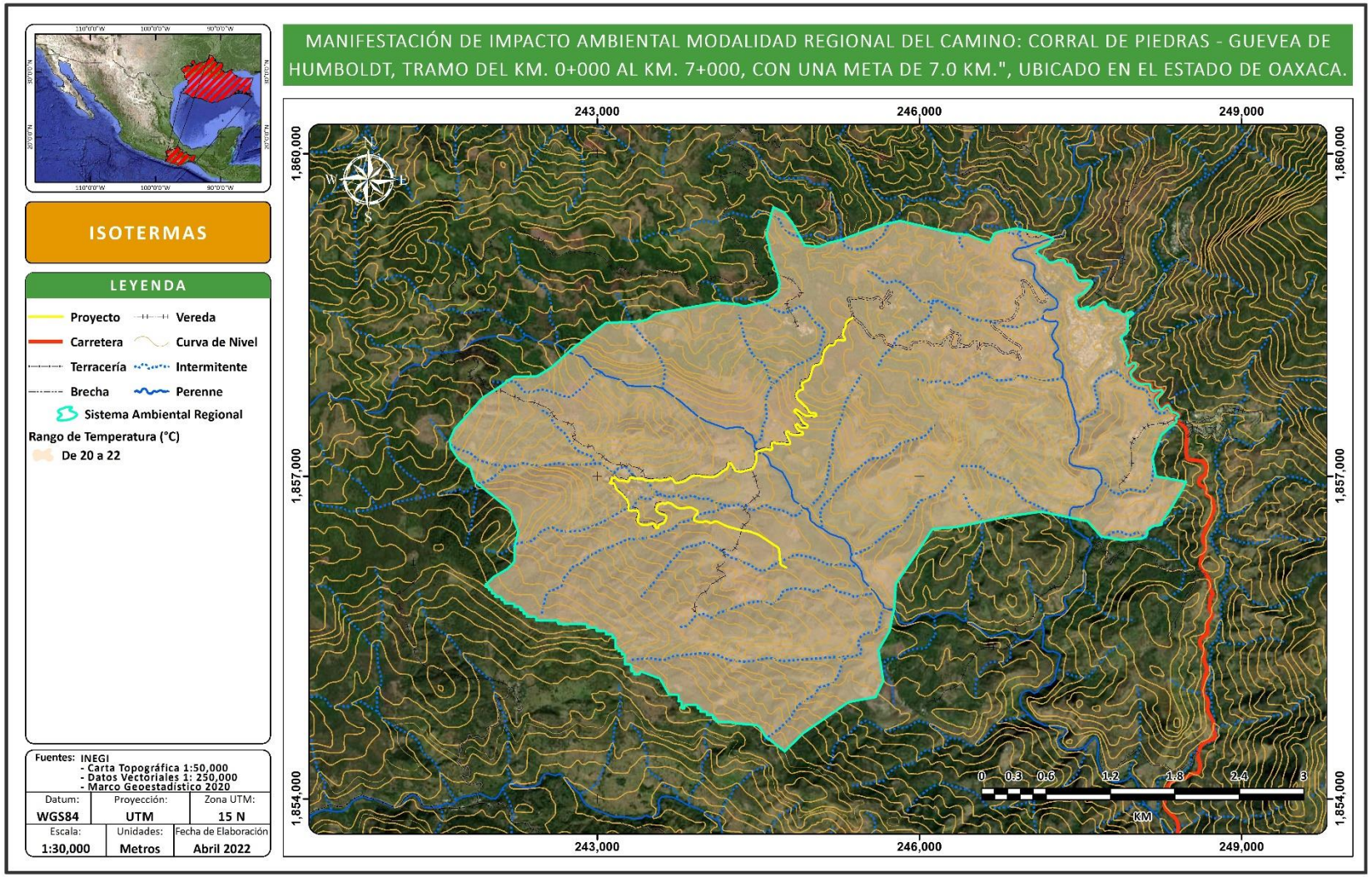
FUENTE: CANAN, INGENIERIA

Imagen IV 10 Isotermas del Estado de Oaxaca



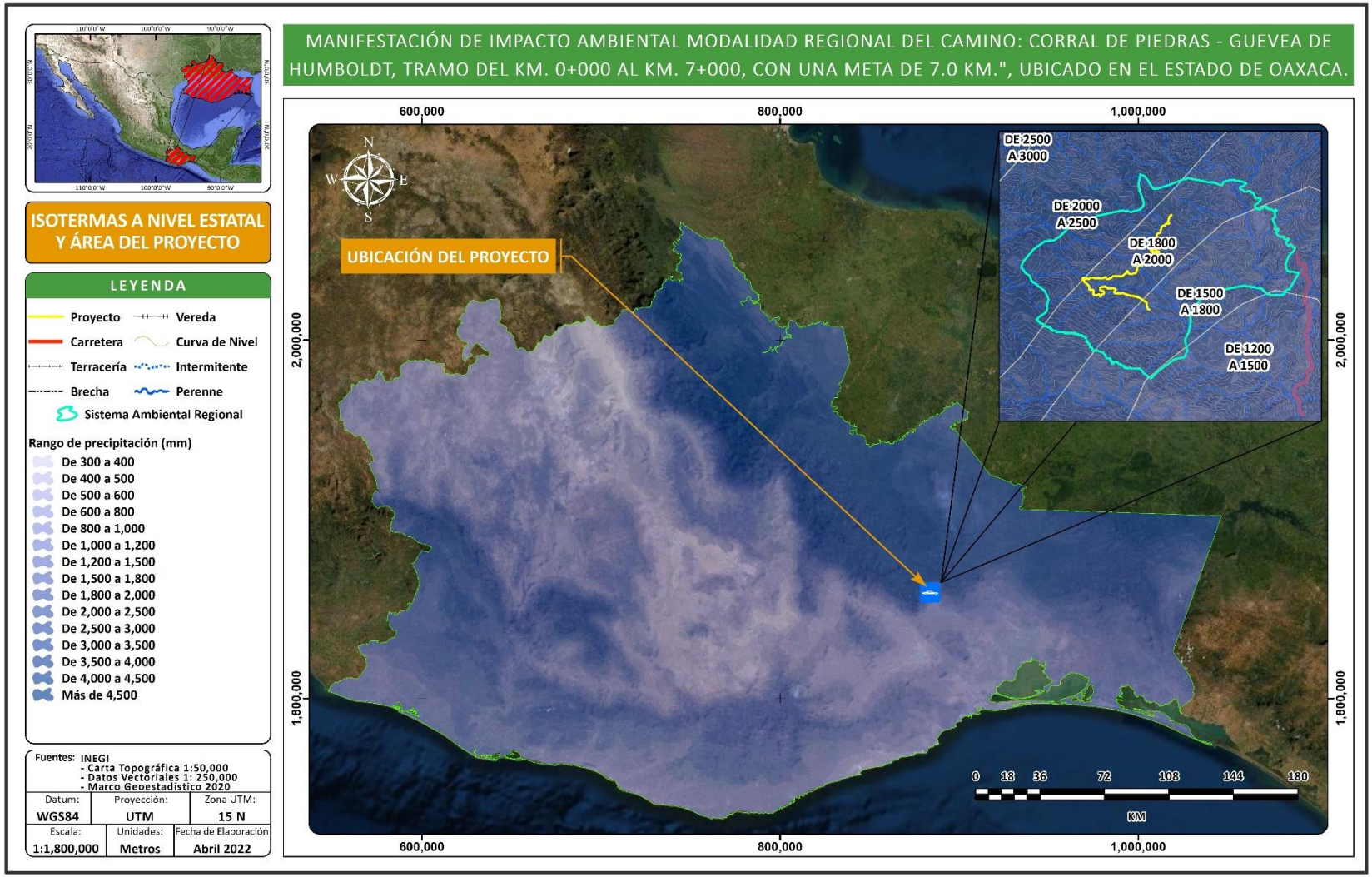
FUENTE: CANAN, INGENIERIA

Imagen IV 11 Isotermas del Proyecto.



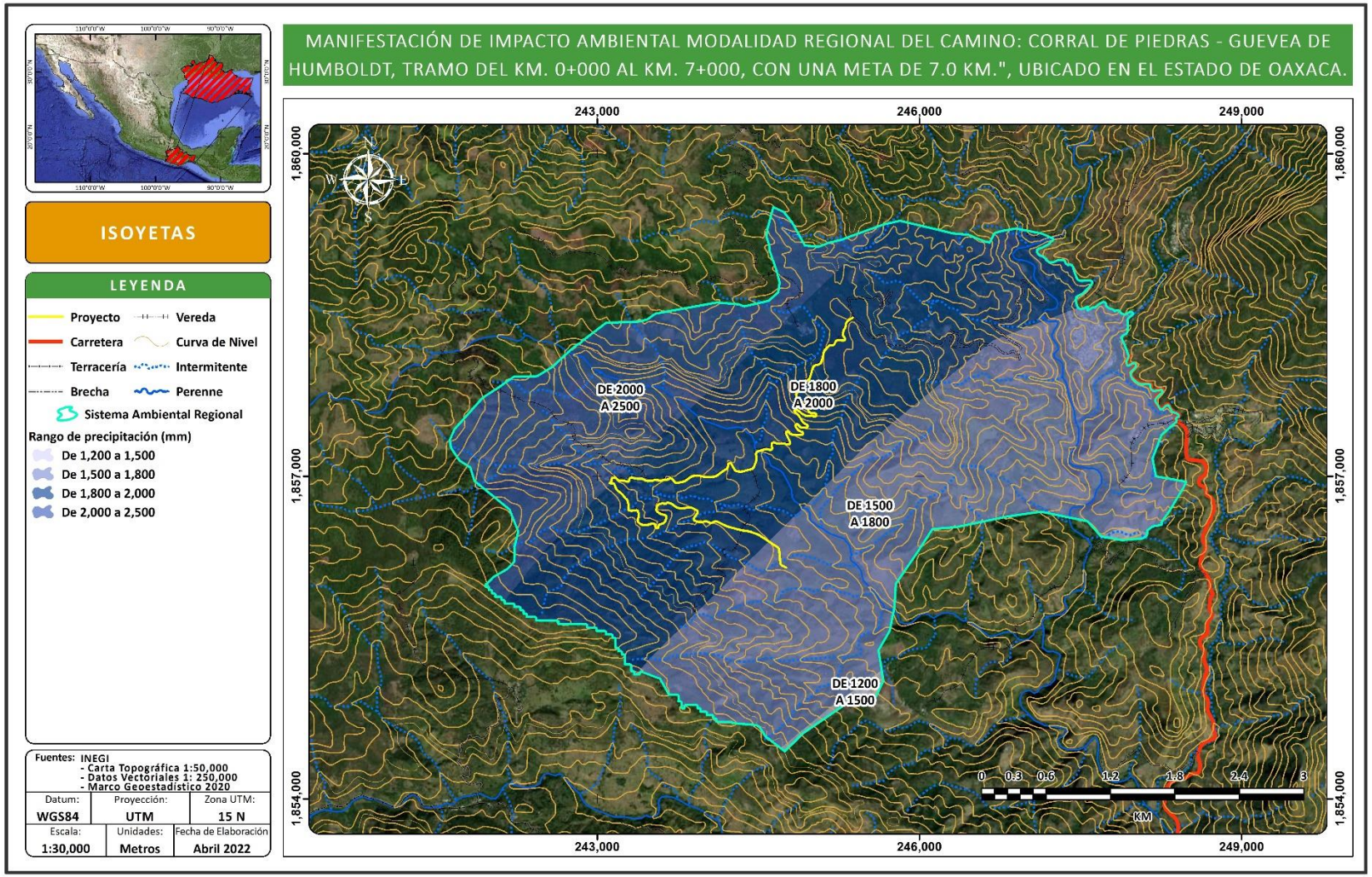
FUENTE: CANAN, INGENIERIA

Imagen IV 12 Isoyetas del Estado de Oaxaca



FUENTE: CANAN, INGENIERIA

Imagen IV 13 Isoyetas del Estado de Oaxaca y del Proyecto.



FUENTE: CANAN, INGENIERIA

IV.2.2.1.2. GEOMORFOLOGÍA

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

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

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

Imagen IV 14 Provincias Fisiográficas de la República Mexicana



Fuente: Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca, 2015; INEGI, 2015.

Con respecto a Oaxaca su ubicación geográfica, donde el territorio mexicano se angosta y provoca el encuentro de las grandes cordilleras que corren a todo lo largo del país, así como el contacto con las sierras que corren hacia Centroamérica, hacen que el estado se caracterice por presentar una intrincada topografía. Por tal razón, presenta una amplia variedad de formas del terreno, de la presencia de cinco provincias fisiográficas: el Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Sur y Cordillera Centroamericana. A su vez, estas divisiones fisiográficas se distribuyen en 8 subprovincias las cuáles se muestran en la siguiente tabla.

Imagen IV 15 Regiones de Oaxaca



Oaxaca tiene un predominio de formaciones montañosas que ocupan POCO más de 70% del territorio. Esta compleja topografía provoca que aun en porciones muy pequeñas, se pueda encontrar un sinnúmero de formas del terreno.

El proyecto (trazo y SAR) se ubica en el estado de Oaxaca en el municipio de Guevea de Humboldt. Por lo que todo el proyecto pertenece a la Provincias Fisiográficas, Sierra Madre del Sur (100%) y a la Subprovincia Sierras Orientales (100%) con una Sierra Alta Compleja

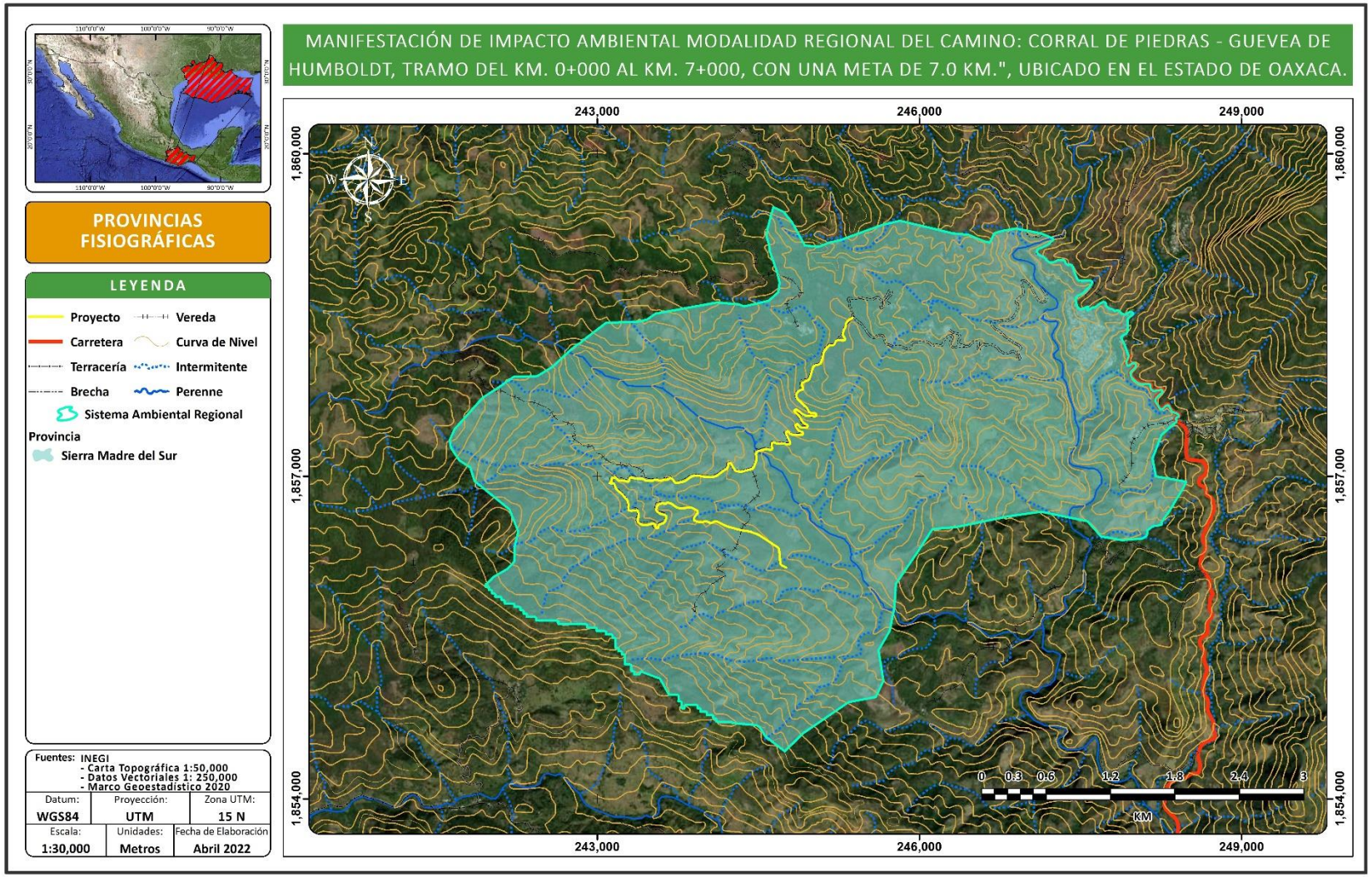
Tabla IV 6 Fisiografía del Municipio de Guevea de Humboldt en el estado de Oaxaca

PROVINCIA	SUBPROVINCIA	SISTEMA DE TOPOFORMAS	Porcentaje (%)
Sierra Madre del Sur	Sierras Orientales	Sierra Alta Compleja	(100%)

Fuente: INEGI, 2015

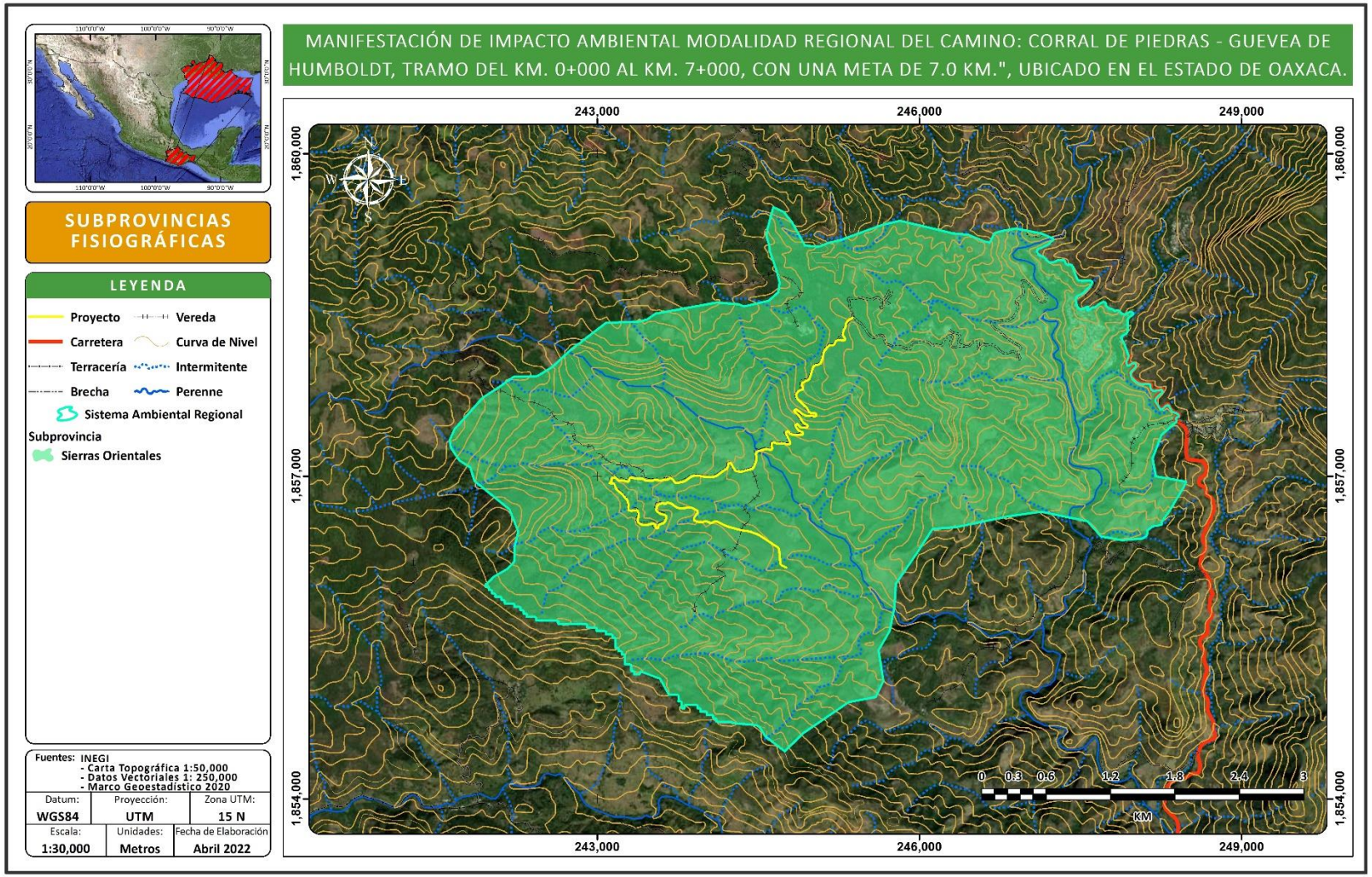
Dentro del acuífero abarca Sierras Orientales que van de norte a sur en la parte centro-oriente del estado, Sierras Centrales de Oaxaca del centro hacia el norte y paralelamente al occidente Mixteca Alta.

Imagen IV 16 Provincias Fisiográficas del Proyecto.



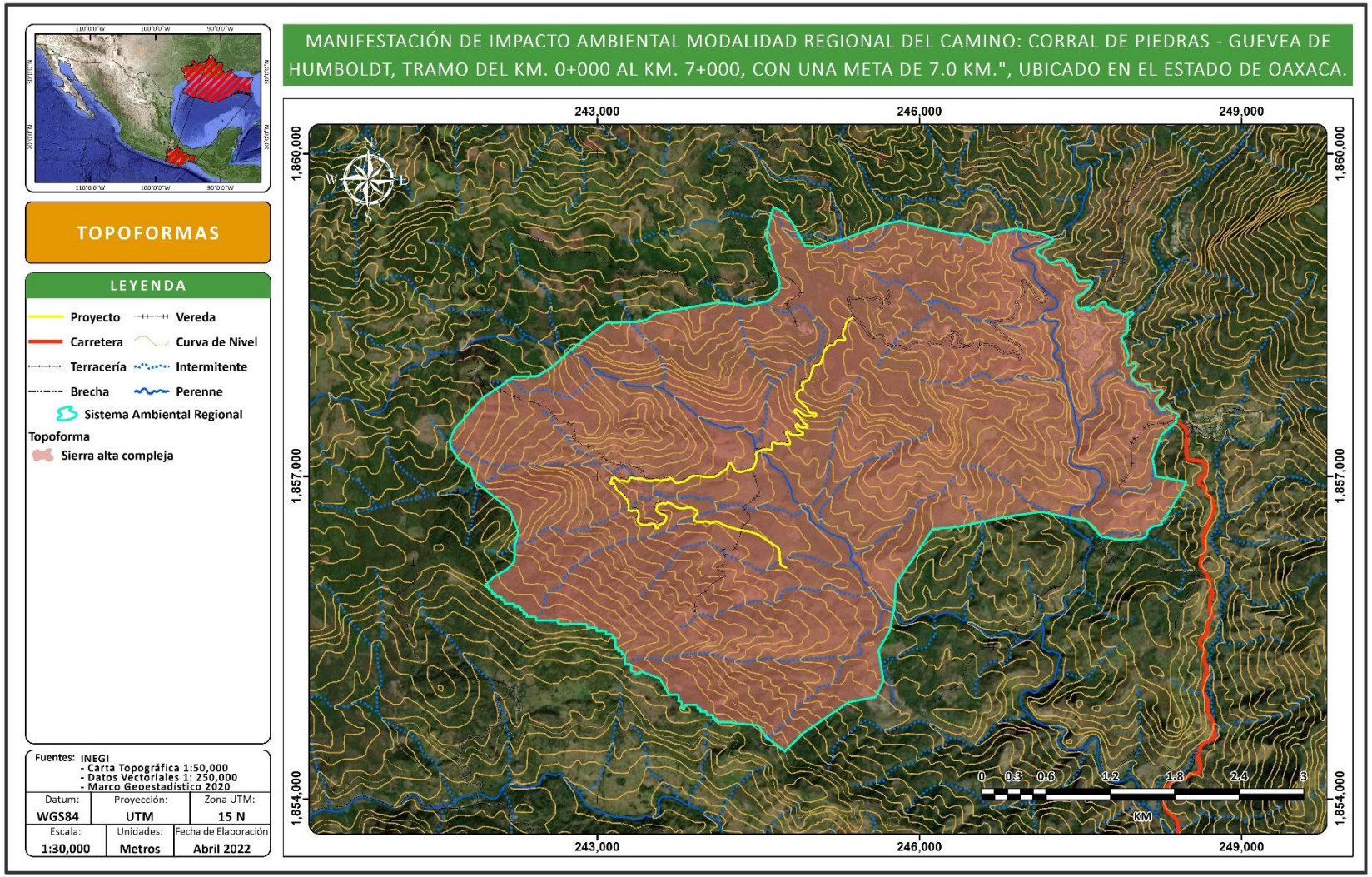
FUENTE: CANAN, INGENIERIA

Imagen IV 17 Subprovincias Fisiográficas del Proyecto.



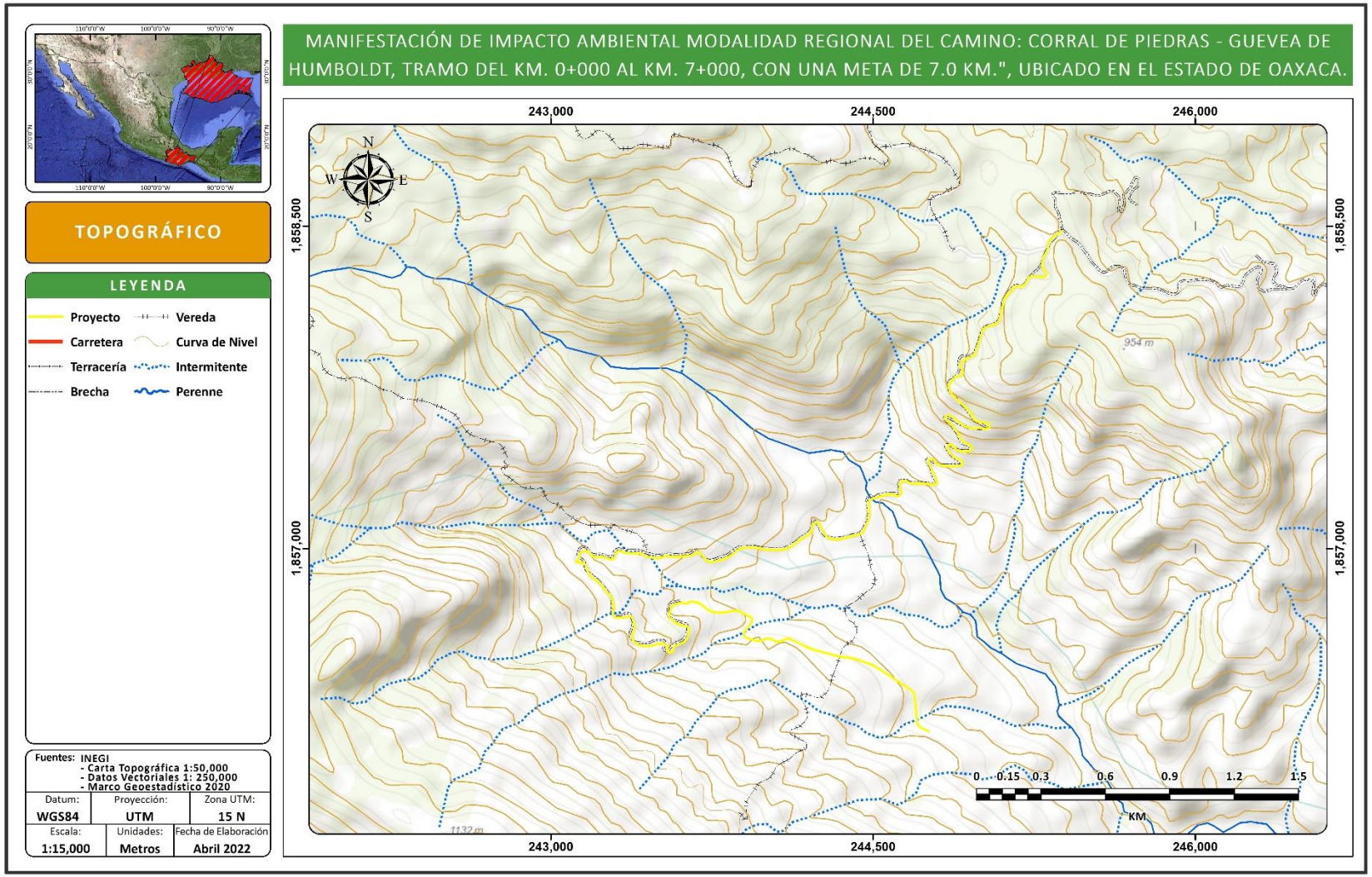
FUENTE: CANAN, INGENIERIA

Imagen IV 18 Topoformas presentes en el área del Proyecto.



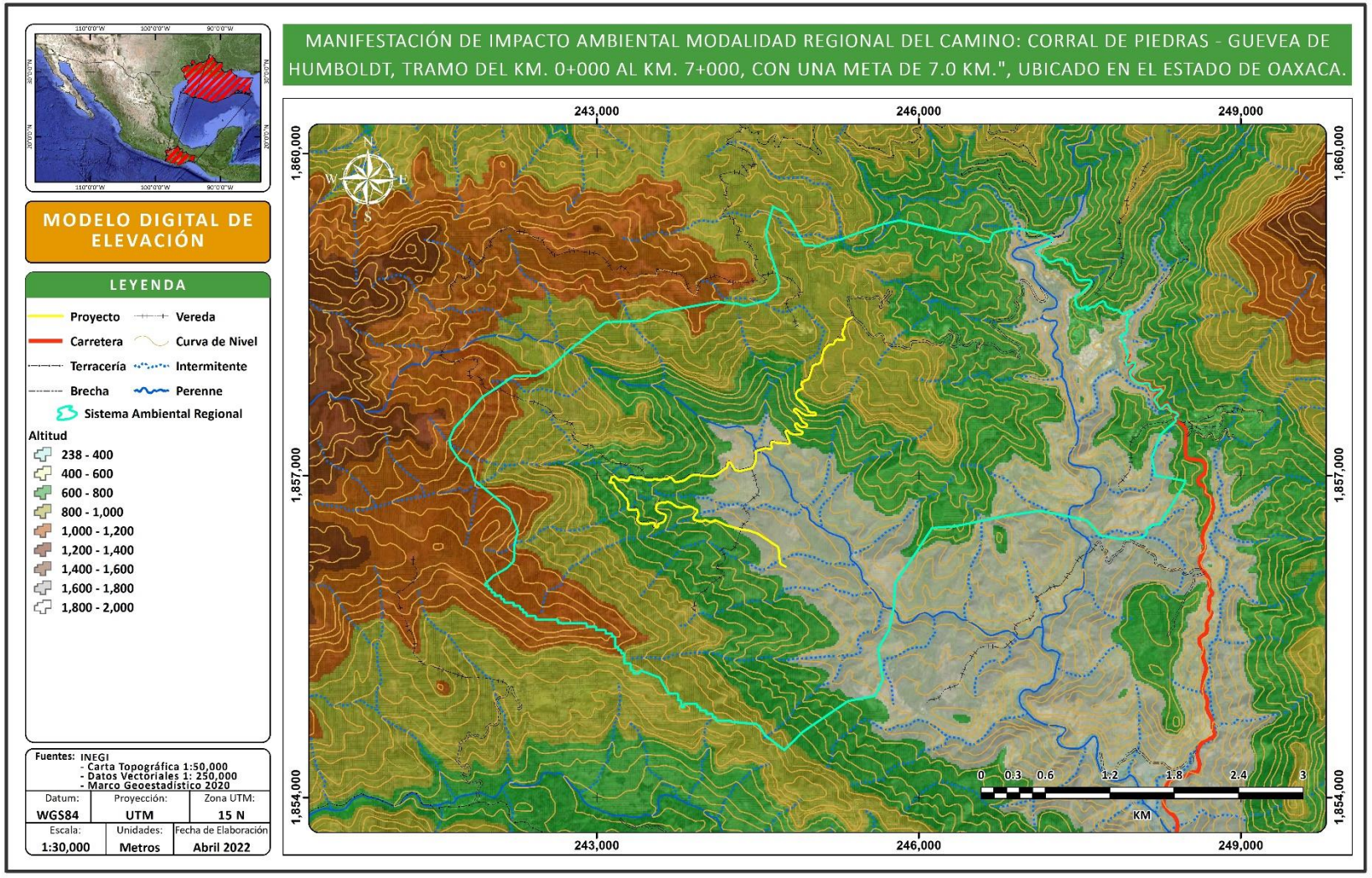
FUENTE: CANAN, INGENIERIA

Imagen IV 19 Topografía presente en el área del proyecto.



FUENTE: CANAN, INGENIERIA

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



FUENTE: CANAN, INGENIERIA

IV.2.2.1.3 GEOLOGIA

La palabra *geología* deriva del griego "geo" que significa tierra, y "logos" tratado o conocimiento, por lo tanto, se define como la ciencia de la tierra y tiene por objeto entender la evolución del planeta y sus habitantes, desde los tiempos más antiguos hasta la actualidad mediante el análisis de las rocas.

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.

Tabla IV 7 Eras Geológicas

Era	Período	Época	Millones de años atrás[1]	Eventos principales
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0,012	Final de la **Edad de Hielo** y surgimiento de la **civilización actual**.
		Pleistoceno	2,588	Ciclos de **glaciaciones**. Evolución de los **humanos modernos**. Extinción de la megafauna.
	Neógeno	Plioceno	5,332	**Formación del Istmo de Panamá**. Capa de hielo en el Ártico y Groenlandia. **Clima similar al actual**. **Australopitecos**.
		Mioceno	23,030	**Desecación del Mediterráneo**. **Reglaciación de la Antártida**.
	Paleógeno	Oligoceno	33,9 ±0,1	**Orogenia Alpina**. Formación de la Corriente Circumpolar Antártica y **congelación de la Antártida**. **Familias modernas de animales y plantas**.
		Eoceno	55,8 ±0,2	**India colisiona con Asia**. Máximo térmico del Paleoceno-Eoceno. **Disminución del dióxido de carbono**. Extinción de final del Eoceno.
		Paleoceno	65,5 ±0,3	**Continentes** de aspecto actual. **Clima uniforme, cálido y húmedo**. **Florecimiento animal y vegetal**.
Mesozoico	Cretácico		145,5 ±4,0	Máximo de los dinosaurios. Primitivos **mamíferos placentarios**. Extinción masiva del Cretácico-Terciario.
	Jurásico		199,6 ±0,6	Mamíferos **marsupiales**, primeras **aves**, primeras **plantas con flores**.
	Triásico		251 ±0,4	Extinción masiva del Triásico-Jurásico. Primeros **dinosaurios, mamíferos ovíparos**.
Paleozoico	Pérmico		299 ±0,8	Formación de **Pangea**. Extinción masiva del Pérmico-Triásico, **95% de las especies desaparecen**.
	Carbonífero	Pensilvaniense	318,1 ±1,3	Abundantes **insectos**, primeros **reptiles**, **bosques de helechos**.
		Misisipiense	359,2 ±2,5	Árboles grandes primitivos.
	Devónico		416 ±2,8	Aparecen los **primeros anfibios**, Lycopsida y Progymnospermophyta.
	Silúrico		443,7 ±1,5	**Primeras plantas terrestres fósiles**.
	Ordovícico		488,3 ±1,7	**Dominan los invertebrados**. Extinciones masivas del Ordovícico-Silúrico.
	Cámbrico		542 ±1,0	Explosión cámbrica. **Primeros peces**. Extinciones masivas del Cámbrico-Ordovícico.
Neoproterozoico	Ediacárico		635	Formación del supercontinente **Pannotia**. Fósiles de metazoarios.
	Criogénico		850	**Tierra bola de nieve**.
	Tónico		1000	Fósiles de acritarcos.
Mesoproterozoico	Esténico		1200	Formación del supercontinente **Rodinia**.
	Ectásico		1400	Posibles **fósiles de algas rojas**.
	Calímnico			Expansión de los depositos continentales.
Paleoproterozoico	Estatérico			Posible primer eucariota.
	Orosírico		2050	**Atmósfera oxigénica**.
	Riásico		2300	Glaciación Huroniana.
	Sidérico		2500	Gran Oxidación.

Fuente: Nuestro Planeta y su historia, 2015

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.

Los procesos geológicos identificados indican que la zona Zapoteca y parte de la Huave pertenecen a la Era Cenozoica Cuaternaria y, de acuerdo con INEGI, es la formación más reciente en la Región del Istmo, conformada por rocas sedimentarias de tipo aluvial. Sin embargo, dentro de la misma zona Zapoteca encontramos formaciones geológicas que datan de la Era Paleozoica Precámbrica, en las que predominan rocas de tipo metamórfico como sucede en los municipios de Chahuites y Tapanatepec

Estratigrafía

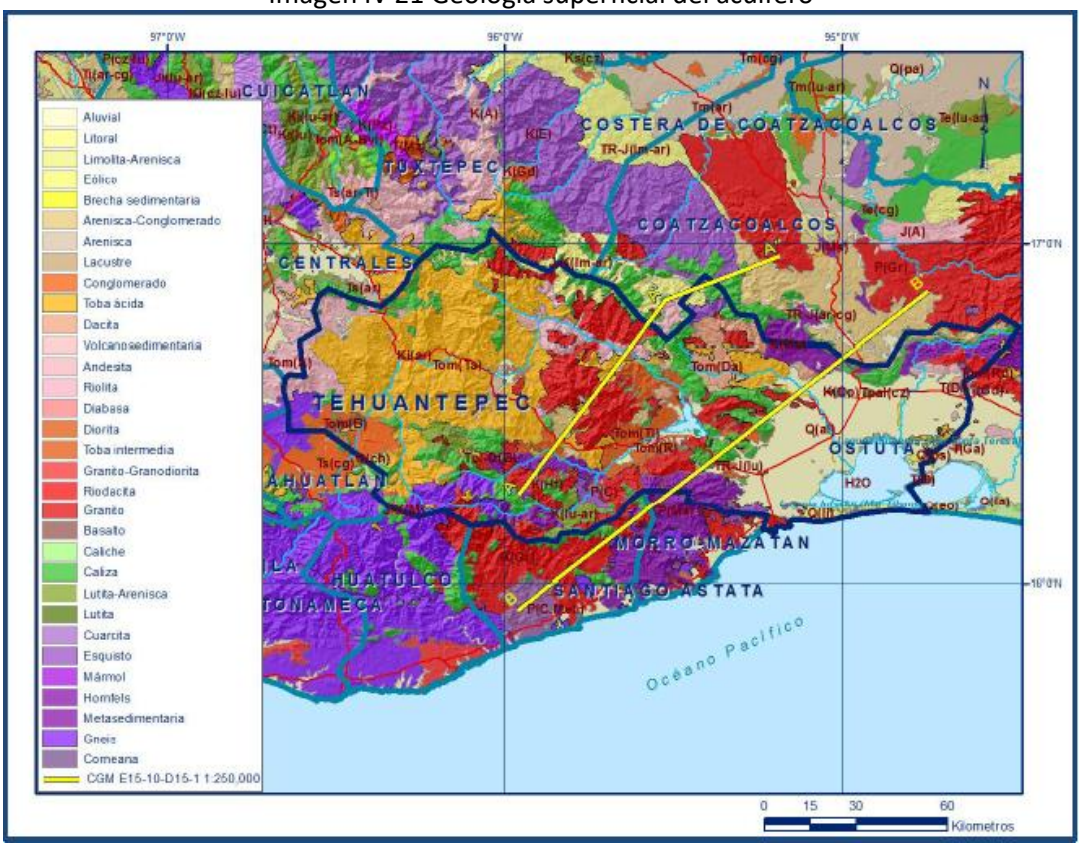
Paleozoico

(Igi). Son rocas de origen ígneo intrusivo (granito) se encuentran distribuidas en la mayor parte del área y es más notoria en la parte suroeste de la ciudad de Tehuantepec, en el valle se hacen notar pequeños afloramientos ocasionalmente agrupados formando montículos.

(Gne). Correspondiente a esta misma edad, son rocas metamórficas representadas por gneises y esquistos cristalinos compactos, en las partes superficiales, se encuentran alteradas por el intemperismo y ocasionalmente fracturadas y afalladas, aflorando hacia la parte noroeste de la ciudad de Salina Cruz.

(Pch). Están incluidos en el Paleozoico, se trata de cuarcita Huilotepec, son rocas metamórficas compactas pertenecientes al Paleozoico, se encuentra distribuida en una pequeña porción, su localidad tipo aflora en el poblado de Huilotepec.

Imagen IV 21 Geología superficial del acuífero



Fuente: CONAGUA, 2020

El territorio del municipio de Guevea de Humboldt presenta una dominancia de rocas del Cretácico (59.59%), No aplicable (20.17%), Terciario (10.90%) y No determinado (9.34%), de clase Ígnea intrusiva: Granito (4.0%), Ígnea extrusiva: Dacita (9.52%) y andecita (1.38%), Sedimentaria: caliza (47.15%) y limolita-arenisca (9.34%). Metamórfica: Esquisto (28.61%). Esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla IV 8 Geología del Municipio de Guevea de Humboldt

TIPO DE ROCA	PORCENTAJE
Ígnea intrusiva	
Granito	4.0%
Ígnea extrusiva	
Dacita	9.52%
Andesita	1.38%
Sedimentaria	
Caliza	47.15%
Limolita - arenisca	9.34%
Metamórfica	
Esquisto	28.61%

Fuente: INEGI, 2010.

Particularmente en el área del proyecto se registran varios tipos de roca de acuerdo con el compendio de información geográfica municipal del INEGI.

Tabla IV 9 Litología del área del proyecto

Era	Periodo	Roca	Porcentaje
Cenozoico	Neogeno	**Ignea extrusiva** **Ígnea intrusiva**	100%

Fuente: Datos vectoriales escala 1:1000000INEGI

Específicamente para el área del proyecto se registra una base litológica de roca ígnea extrusivas e intrusiva que se identifica por la clave **Ti(Igea), P(E)** y **Ki(cz)**

La zona urbana está creciendo sobre roca ígnea intrusiva y sedimentaria del Cretácico e ígnea extrusiva del Terciario, en sierra alta compleja; sobre área donde originalmente había suelo denominado Leptosol.

Geología del Subsuelo.

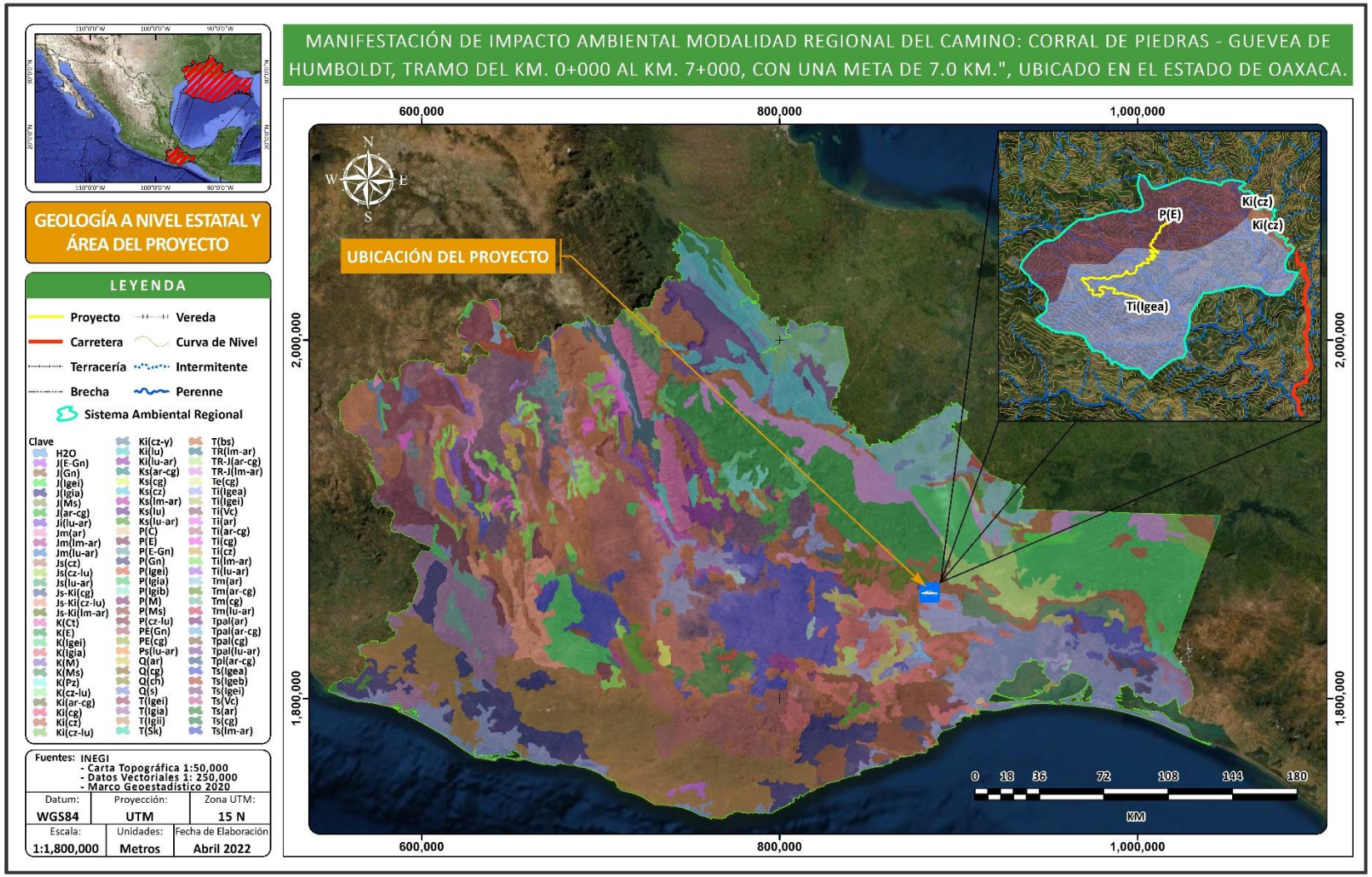
Los sondeos geoeléctricos y cortes litológicos de los pozos construidos en el área, indican que el espesor de los sedimentos granulares es muy variable, pero en general reducido con excepción de alguna pequeña zona en que su espesor pudiera resultar en pozos de caudales mayores a los que se han obtenido.

Los materiales de relleno forman el acuífero granular, siendo el de mayor permeabilidad en la zona y el principalmente explotado. Por lo que la disponibilidad de agua subterránea en la zona se reduce a la que es posible aprovechar en las zonas de inundación de los ríos y aquellas zonas en que es espesor de los rellenos proporcionarán cantidades significativas de agua.

Los espesores pueden oscilar entre los 15 y 60 m; dicho acuífero los constituye arenas, limos y gravas. A lo largo de la línea costera, se presentan materiales arenosos, testigos de la erosión llevada a cabo por las olas, presentando además un paisaje de ambiente litoral a lo largo de la misma.

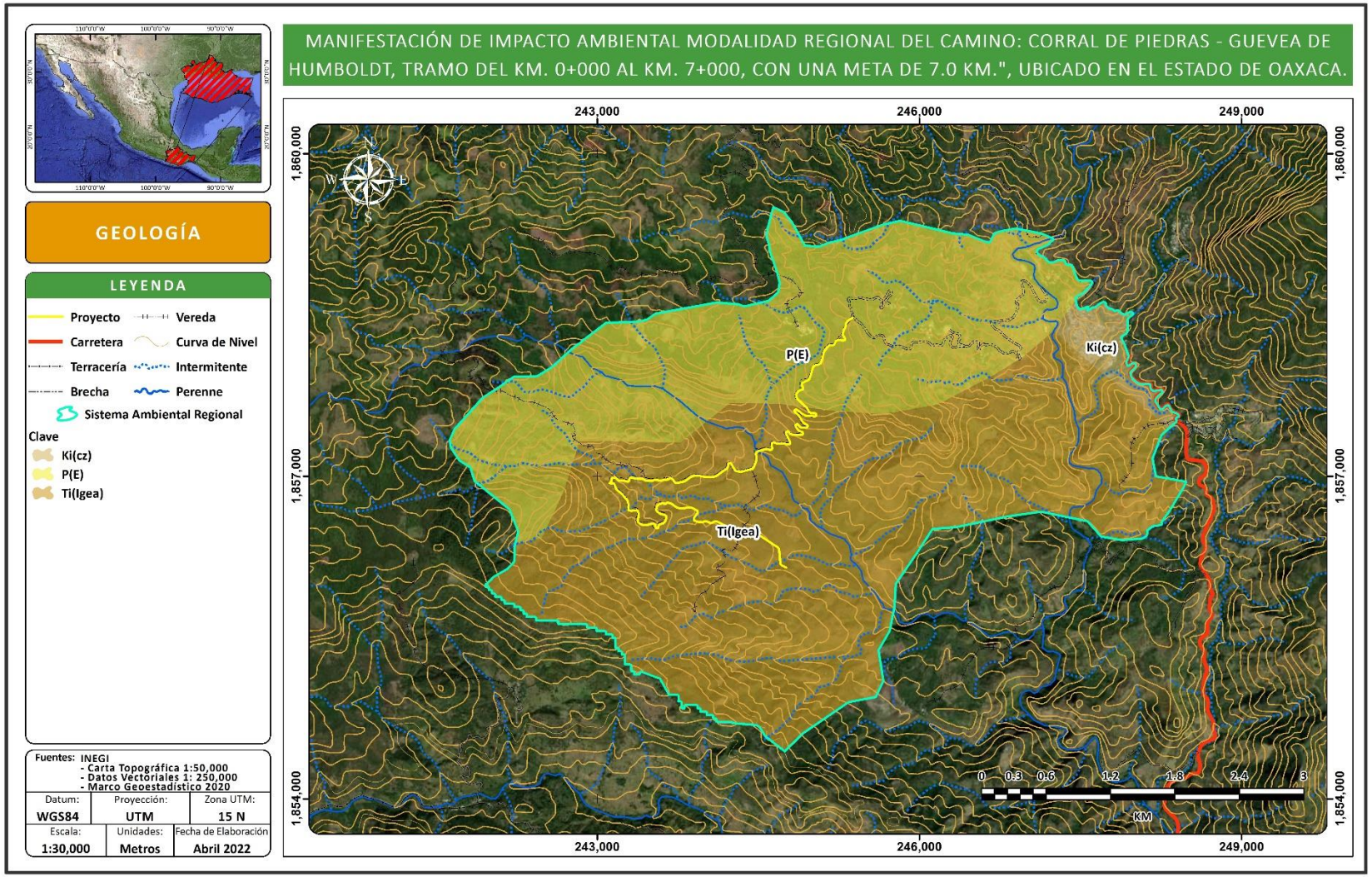
Otra fuente potencial de agua subterránea la constituye las formaciones calcáreas que afloran principalmente al norte del acuífero y que requieren la realización de actividades complementarias para conocer su extensión debajo de los materiales granulares del valle y que de acuerdo a los manantiales que afloran al norte de la zona puedan suministrar volúmenes considerables para incrementar el desarrollo.

Imagen IV 22 Geología presente en el estado de Oaxaca



FUENTE: CANAN, INGENIERIA

Imagen IV 23 Geología presente en el proyecto



FUENTE: CANAN, INGENIERIA

Sismicidad

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, útiles para el 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 descripción de cada una de las zonas se indica a continuación:

- 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 con reportes de grandes sismos históricos, muy frecuente ocurrencia de sismos y aceleraciones del suelo mayores al 70% de la aceleración de la gravedad.
- Las dos zonas B y C, se definen como Intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) el Trazo del Proyecto se encuentra la **región sísmica D**, la cual es considerada una zona intermedia, 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. Además, pertenece a las Regiones potenciales de deslizamientos de laderas del Eje Neovolcánico y el Global de Intensidades Escala de Mercalli, la cual es una evaluación cualitativa de la clase de daños causados por un sismo, debe su nombre al físico italiano Giuseppe Mercalli. Generalmente, un gran terremoto producirá valores de mayor intensidad que uno pequeño, pero hay otros factores capaces de afectar como la cantidad de energía liberada, la distancia del epicentro, la profundidad focal del sismo, la densidad de la población, la geología local del área, el tipo de construcción de los edificios, así como la duración del sacudimiento. Para el caso del trazo carretero se indica VII, lo cual indica que, hay daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en las personas que guían carros de motor.

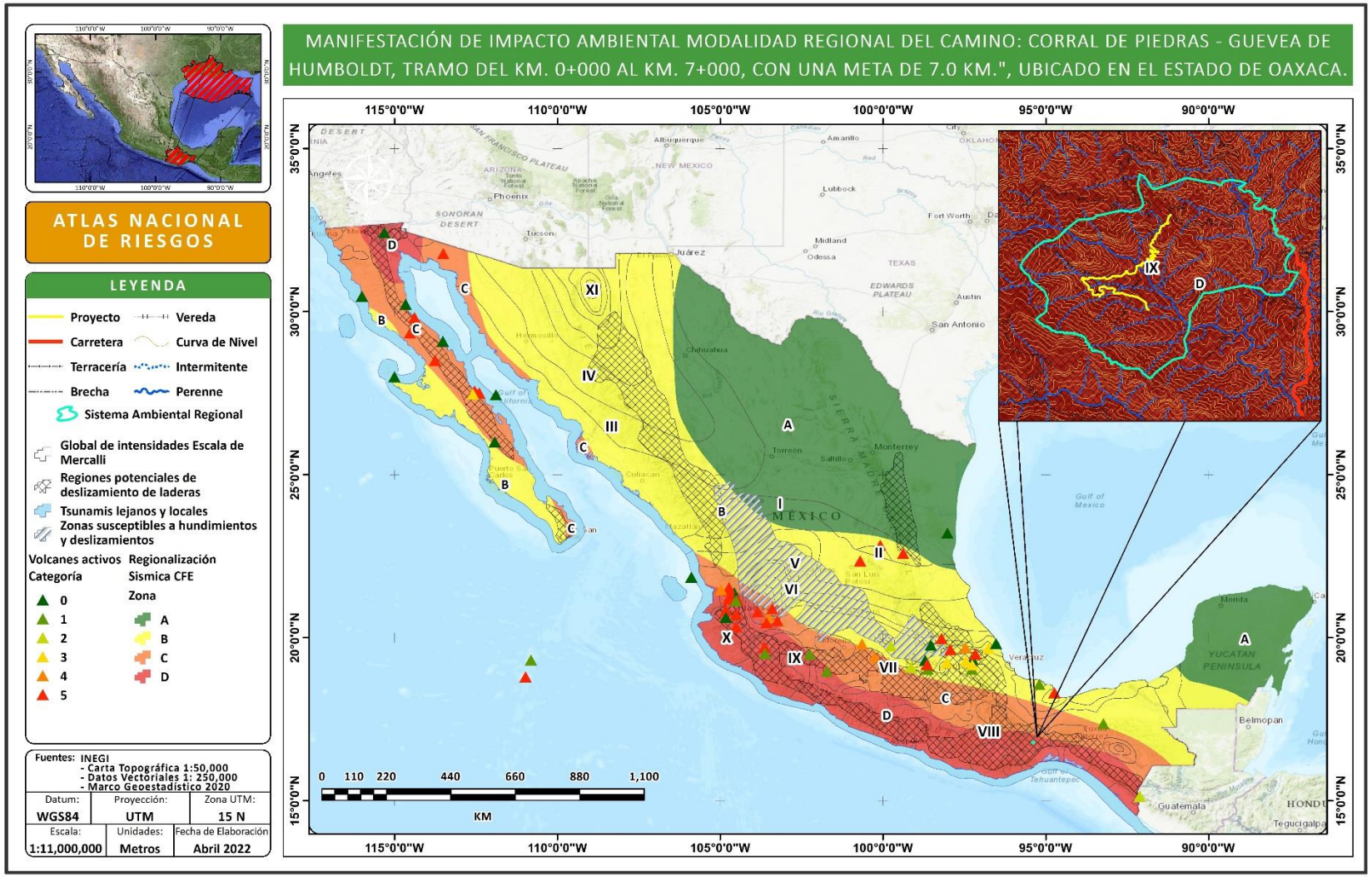
En México la escala utilizada para es la Richter, que se describe en la siguiente tabla.

Tabla IV 10 Escala Richter

Magnitud en escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores.
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños.
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

Fuente: SSN, 2015.

Imagen IV 24 Atlas Nacional de Riesgos.



FUENTE: CANAN, INGENIERIA

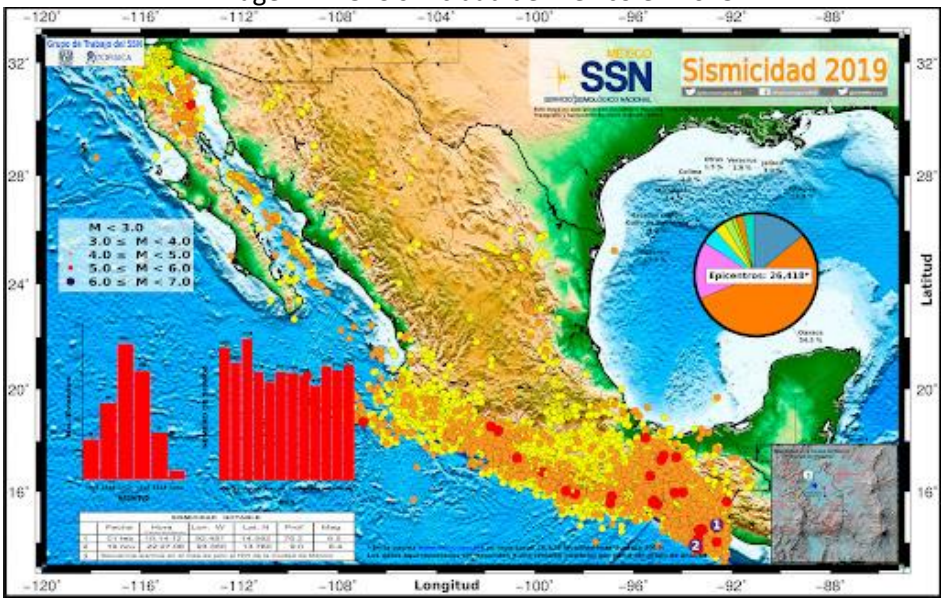
Desde hace varios años se identificó a la costa mexicana del Pacífico sur como la fuente principal de los temblores que afectan al territorio nacional, en especial un sector del piso submarino de gran profundidad (que rebasa los 5,000m bajo la superficie del mar) denominado Trinchera de Mesoamérica, y que es sede de los focos sísmicos más activos y potentes.

Con base en los registros instrumentales de los sismos ha sido posible resaltar en la costa del Pacifico una serie de sectores cuya sismicidad no es constante, sino irregular. En estos lugares se piensa de varios años de inactividad se desatan terremotos de enorme magnitud, por lo que su reconocimiento y estudio son de importancia para mitigar los efectos en la población.

El sur de México se ve afectado por un sin número de sismos debido a que se encuentra en una confluencia de placas tectónica que interactúan entre sí desde hace millones de años y continuará así en el futuro por lo que el peligro sísmico en el estado estará siempre presente. En la región noroeste de esta provincia existen altos acantilados frente al océano, que indican recientes afallamientos. La Sierra Madre del Sur queda enfrente de una de las grandes profundidades abismales del Océano Pacífico. Toda esta región de la Sierra Madre del Sur está notablemente cruzada por fallas, determinando su ajustamiento frecuentes sismos. Además, muchos de los movimientos sísmicos de esta área tienen directa conexión o proceden de movimientos que tienen lugar en fondos abismales del océano, cerca de las costas. Estos temblores submarinos han sido causa de algunas catástrofes acaecidas en el puerto de Acapulco en los pasados siglos, caracterizados estos movimientos no solamente por vibraciones violentas del suelo, sino también por invasiones súbitas de grandes olas dentro de esta bahía. Si estudiamos en detalle la forma general de las bahías como la de Acapulco, Zihuatanejo, etc., y si se estudian las curvas de nivel debajo del océano, se puede reconocer que estos puertos son valles sumergidos (Ordoñez, 1941).

En la siguiente figura se muestra un mapa de la sismicidad a nivel nacional durante el año 2019 de acuerdo Servicio Sismológico Nacional.

Imagen IV 25. Sismicidad de México en 2015



Fuente: Servicio Sismológico Nacional (SSN), 2015

Vulcanismo

Este fenómeno geológico es una manifestación de la energía interna de la Tierra que afecta principalmente a las zonas inestables de la corteza terrestre. Los volcanes son las aberturas naturales en la corteza terrestre por donde brotan gases, cenizas y magma o roca derretida. Al magma después de una erupción se le llama lava, la cual acaba haciéndose sólida al enfriarse. Hay volcanes en los continentes y en los fondos oceánicos donde en ocasiones es posible verlos sobre el mar.

México es una tierra fascinante, de gran valor histórico, cultural y con un considerable valor geográfico y geológico. Posee un suelo muy accidentado, con un gran número de cordilleras, montañas, volcanes, montes y colinas. En el país, gran parte del vulcanismo está relacionado con la zona de subducción formada por las placas tectónicas de Rivera y Cocos en contacto con la gran placa de Norteamérica, y tiene su expresión volcánica en la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). Son parte del Anillo de Fuego del Pacífico, también llamado Cinturón Circumpacífico que rodea casi totalmente el Pacifico (SGM, 2015).

Las manifestaciones vulcanográficas que han dejado huella relevante son las de los periodos geológicos terciario y cuaternario. Los fracturamientos de la corteza terrestres en el área mexicana, asociados al tectonismo, son responsables de la distriucion geográfica de los principales edificios volcánicos nacionales, por lo que su aparente alineación obedece al derramamiento de materiales ígneos a lo largos de grandes fisuras, como la famosa falla de los 19°, que cruza el territorio de oriente a occidente y salpica de volcanes a toda su zona de influencia.

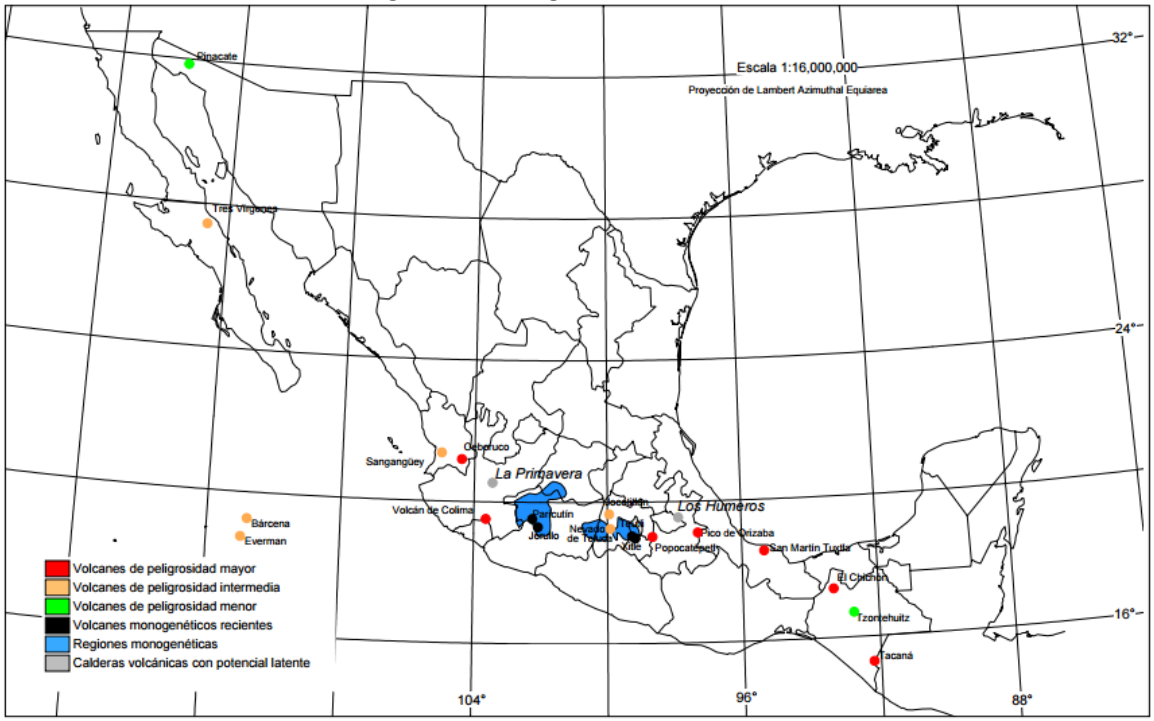
Por último tenemos a los grandes y majestuosos estratovolcanes o edificios volcánicos estratificados, compuestos de capas intercaladas de material fragmentado y de grandes coladas de lava, producto de erupciones de distinto grado de violencia. El Popocatépetl es un excelente ejemplo de este tipo de montañas, al igual que el Nevado de Toluca, el Iztaccíhuatl, el Cofre de Perote y el ya mencionado Pico de Orizaba. La actividad volcánica mexicana se atribuye a la presencia de varios factores asociados a la existencia de áreas de la corteza terrestre sumamente delgadas, y por lo tanto frágiles, de gran vulnerabilidad al empuje de los magmas,

Imagen IV 26 Volcanes de México



Fuente: Volcanes de México tomada de la Web

Imagen IV 27 Peligro Volcánico Nacional



Fuente: Atlas Nacional de riesgos,2001

La actividad volcánica puede acarrear efectos adversos a la población, ganadería y a la agricultura, tanto a las que se encuentran próximas al cono volcánico, como a las situadas a grandes distancias. Las cenizas pueden afectar al ganado de varias formas; por acción física directa que produce la destrucción de los pastos; por la ingestión de grandes cantidades de ceniza, que puede provocar la muerte de los animales o envenenamiento por los constituyentes tóxicos de las cenizas. Los grandes volúmenes de ceniza pueden ocasionar daño directo en las cosechas o las sustancias ácidas pueden dañar las hojas de las plantas y la vegetación en general.

Con respecto al estado de Oaxaca en el municipio de Guevea de Humbolt, no se encuentran registros documentales de la existencia de vulcanismo o de peligrosidad por eventos de este tipo que se hayan presentado, tal y como se puede observar en la imagen anterior.

IV.2.2.1.4. SUELOS

El suelo es la parte exterior de la corteza terrestre en donde las rocas se han desintegrado por efecto del intemperismo, formando una cubierta en la que vive una microbiota, flora y fauna microbiana que, actuando como un verdadero laboratorio, transforman materia mineral en alimento de las plantas, para que puedan ser utilizadas posteriormente por los animales y los seres humanos. Es decir, el suelo es el recurso natural que, unido al agua en forma de lluvia o corrientes, permite el establecimiento de las actividades forestales, ganaderas y agrícolas. Así, el suelo se interpreta como el resultado de la interacción del clima, la roca madre, el drenaje, la topografía, los microorganismos y la vegetación a lo largo del tiempo.

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.

El estudio de la capa superficial de la corteza terrestre; su composición, estructura, origen, evolución y sus relaciones con el medio, es condición necesaria para el entendimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos, que son el fundamento de las propuestas de acciones a realizar en el corto, mediano y largo plazo con respecto al uso y aprovechamiento racional del suelo.

El suelo posee diversas propiedades físicas, químicas y biológicas, que intervienen en el ecosistema en el que se encuentran. En el siguiente cuadro se enlistan algunas de las dichas propiedades.

Tabla IV 11 Propiedades del suelo

FISICAS	QUIMICAS	BIOLOGICAS
Estructura	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Ciclo del nitrógeno: Mineralización Nitrificación Fijación de nitrógeno Desnitrificación
Profundidad	pH del Suelo	
Agua en el Suelo	Porcentaje de saturación de bases	
Disponibilidad de agua en el suelo	Nutrientes para las plantas	
Textura	Carbono orgánico del suelo	
Color	Nitrógeno del suelo	Ciclo del carbono
Consistencia	Salinización del suelo	
Porosidad	Alcalinización del suelo	
Densidad	Contenido de carbonato de calcio	
Movimiento del agua en el suelo	Contenido de carbonato de sodio	

Fuente: FAO, 2016

En el período 1998–2006, la WRB se constituyó en la referencia de nomenclatura de suelos y clasificación de suelos oficial para la Comisión Europea y fue adoptada por la Asociación de África Occidental y Central de Ciencia del Suelo como la herramienta preferida para armonizar e intercambiar información de suelos en la región. El texto principal se tradujo a 13 idiomas (alemán, chino, español, francés, húngaro, italiano, japonés, letón, lituano, polaco, rumano, ruso y vietnamita) y fue adoptado como un nivel superior de los sistemas de clasificación de suelos en numerosos países (v.g. Italia, México, Noruega, Polonia y Vietnam) La segunda edición de la WRB ha experimentado una revisión mayor. Se introdujeron los Tecnosoles y Stagnosoles, llevando a 32 Grupos de Suelos de Referencia (GSR) en vez de 30.

La clasificación de suelos se basa en propiedades del suelo definidas en términos de horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, las que hasta el máximo posible deberían ser medibles y observables en el campo, se basa en propiedades del suelo definidas en términos de horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, las que hasta el máximo posible deberían ser medibles y observables en el campo (FAO, 2006).

Tabla IV 12 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 estado de Oaxaca cuenta con una gran diversidad de suelos, presentando 16 de las 22 unidades de suelo' existentes en el territorio mexicano. A pesar de la amplia diversidad de suelos, tan sólo cuatro ocupan más del 80% de la superficie del territorio: Regosol (30.75%), Litosol (2077%), Cambisol (15-996) y Acrisol (14-97%). Los tres primeros corresponden a suelos poco desarrollados, característicos de zonas montañosas, como es el caso del territorio oaxaqueño (Alfaro Sánchez 2004).

Tabla IV 13 Área y porcentaje de los principales tipos de suelo en el estado de Oaxaca.

Descripción	Área (ha)	Porcentaje
Regosol	2 856 749.00	30.75
Litosol	1 929 611.00	20.77
Cambisol	1 448 581.00	15.59
Acrisol	1 390 238.00	14.97
Luvisol	555 275.90	5.98
Feozem	471 341.40	5.07
Rendzina	267 285.60	2.88
Vertisol	201 511.90	2.17
Solonchak	60 203.86	0.65
Castañozem	29 713.78	0.32
Fluvisol	24 968.79	0.27
Arenosol	20 224.80	0.22
Planosol	10 397.89	0.11
Xerosol	5 597.989	0.06
Nitosol	2 906.973	0.03
Gleysol	2 318.033	0.02
Poblados y cuerpos de agua	12 345.08	0.13

Fuente: IEEDS-SEMARNAT, 2014

La riqueza edafológica se encuentra en un franco riesgo, debido a que su uso inadecuado tiene efectos adversos sobre la biodiversidad, la productividad agrícola y la calidad del ambiente. Los procesos de degradación de la calidad del suelo como son la erosión, la pérdida de materia orgánica y la disminución de la capacidad de retención de agua, están asociadas al deterioro ambiental y a la baja sustentabilidad de muchos sistemas agrícolas; la deforestación, la labranza convencional y el manejo pecuario son las causas principales (IEEDS-SEMARNAT 2014).

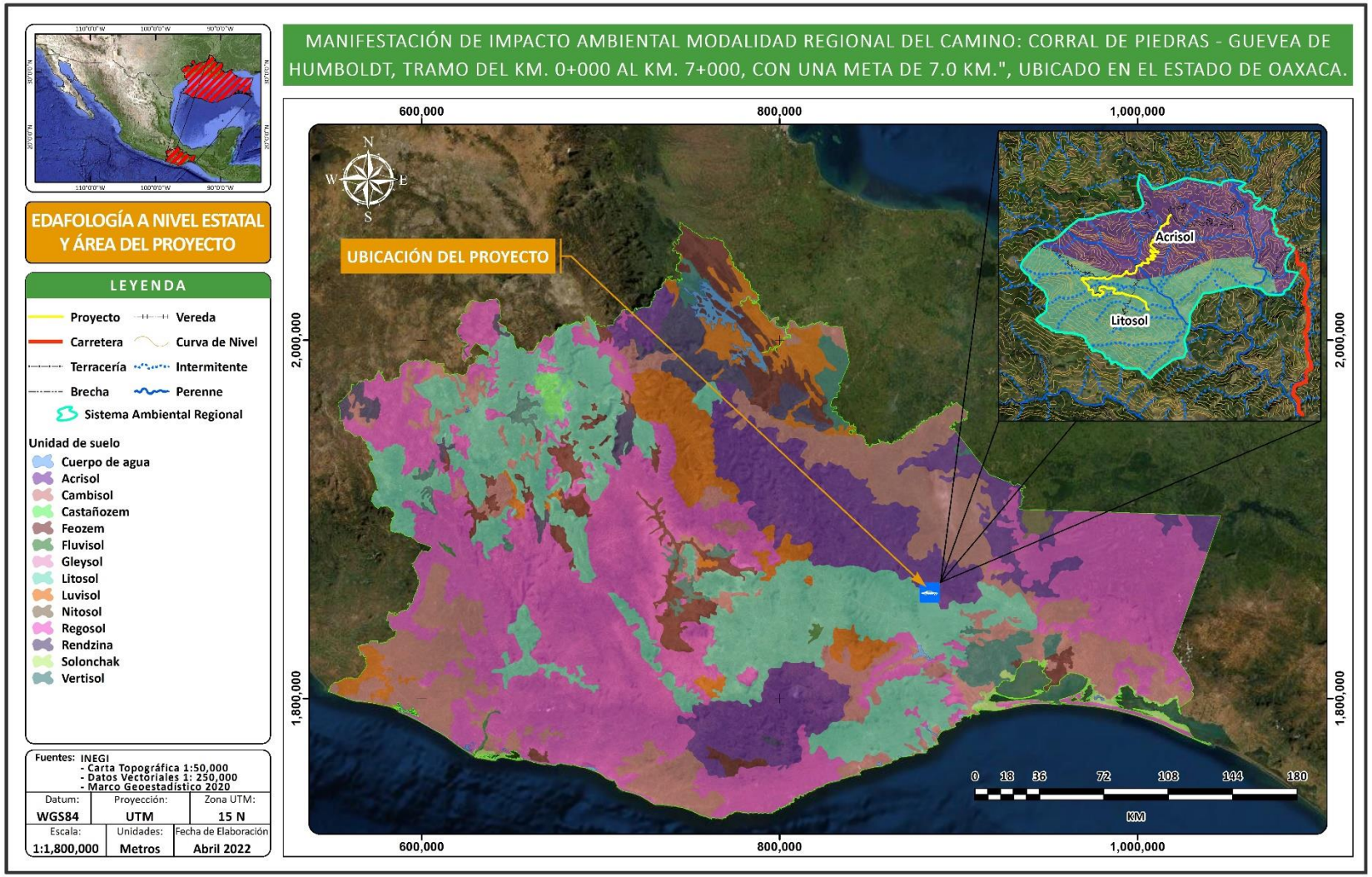
Los principales tipos de suelos con que cuenta el municipio de Guevea de Humbold son: Luvisoles, Leptosoles, Umbrisol, Feozem, Regosol y Cambisoles; producto de una gran diversidad de condiciones ambientales edáficas, físicas, biológicas, hidrológicas, orográficas y principalmente por ser suelos de diversos orígenes.

De acuerdo con la clasificación FAO/UNESCO, los suelos que se encuentran en el territorio municipal de Guevea de Humboldt: Luvisol (47.44%), Leptosol (37.73%), Umbrisol (7.96%) Feozem (6.05%), Regosol (0.66%) y Cambisoles (0.16%)

En base al uso potencial de la tierra y en proporción a la superficie total del Municipio, para la actividad agrícola se estima un 0.53% para practicar agricultura con fracción animal y zona urbana 0.27%.

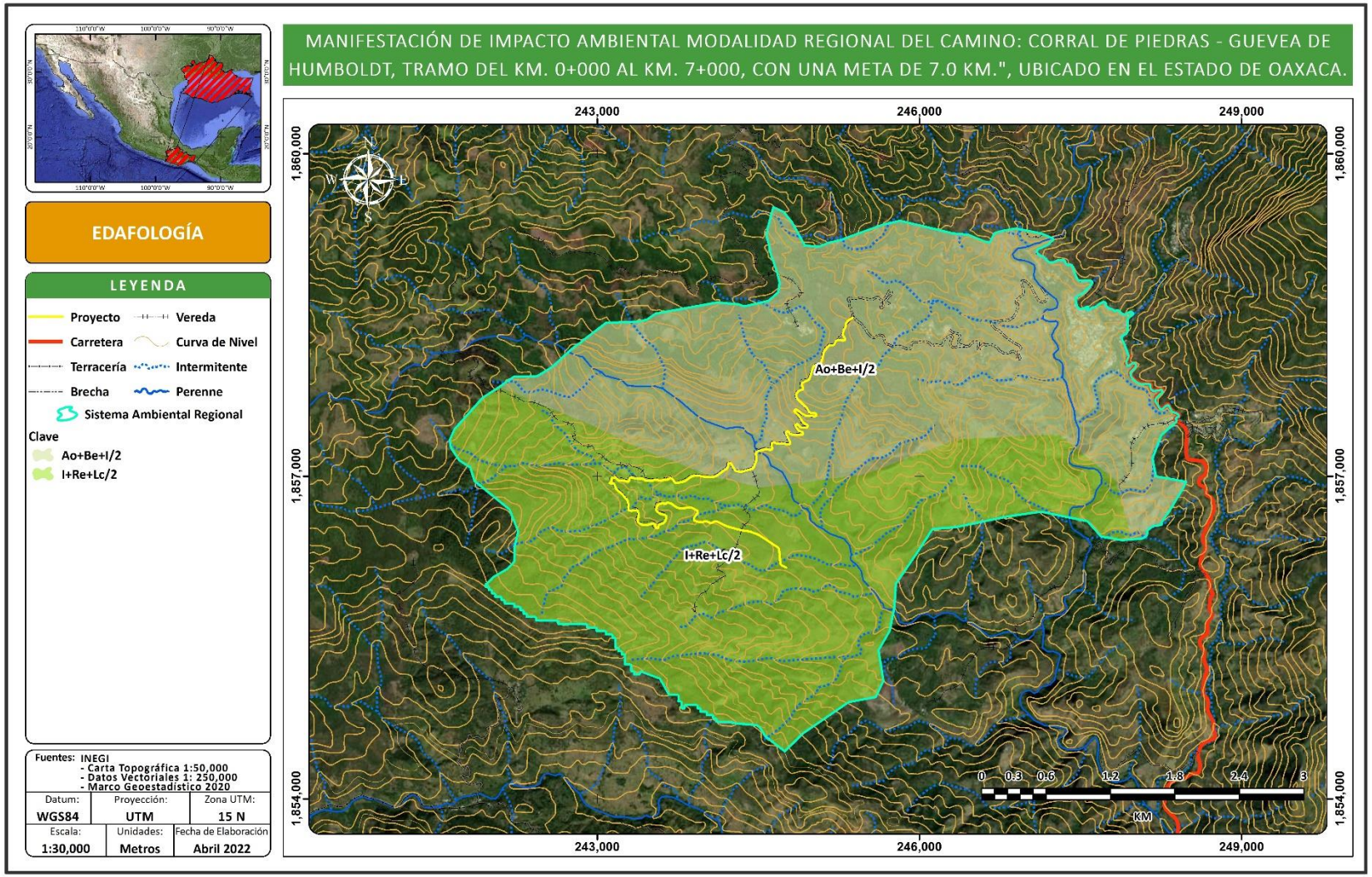
Las unidades de suelo **presentes en el proyecto**, por orden de dominancia, son: **Regosol y Feozem**

Imagen IV 28 Edafología del Estado de Oaxaca



FUENTE: CANAN, INGENIERIA

Imagen IV 29 Edafología del Proyecto



FUENTE: CANAN, INGENIERIA

IV.2.2.1.4. 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 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.

Específicamente el proyecto se única en la Región Hidrológica Tehuantepec (RH 22), Cuenca (RH22A) L. Superior e Inferior y la Subcuenca (RH22Af), R Perros de tipo exorreica con un área de 1216.01 Km^2. Por lo que a continuación se describen de manera puntual los elementos hidrológicos que integran el área de este.

Calidad del agua

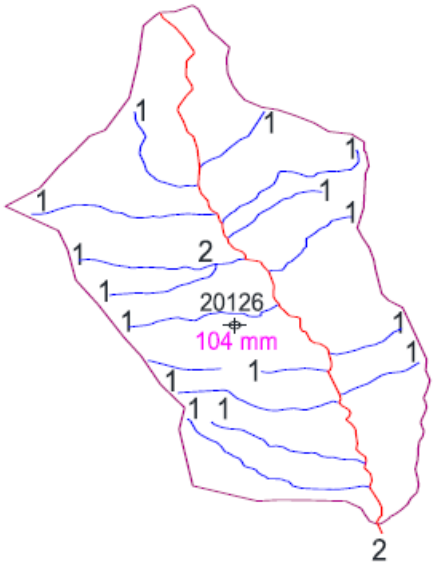
El agua que se utiliza para consumo humano destinado para el centro del municipio proviene de los manantiales que se encuentran en las montañas más altas del municipio por lo tanto es de buena calidad y su contaminación es nulo debido a que los asentamientos humanos se encuentran en las partes bajas.

En el caso de las agencias y rancherías que se ubican en las partes bajas, el agua que consumen llega ligeramente contaminada debido a la ubicación de algunas localidades en la parte alta de la toma de agua, estas vierten sus aguas negras en los barrancos y tiran su basura en los alrededores de la comunidad.

En el municipio existe una fuerte escasez de agua, por lo que la mayor parte de las familias hacen mal uso de ella; sin embargo, se tienen iniciativas para la implementación de una cultura hacia el cuidado del agua, ya que en algunos años el vital líquido se pueda escasear

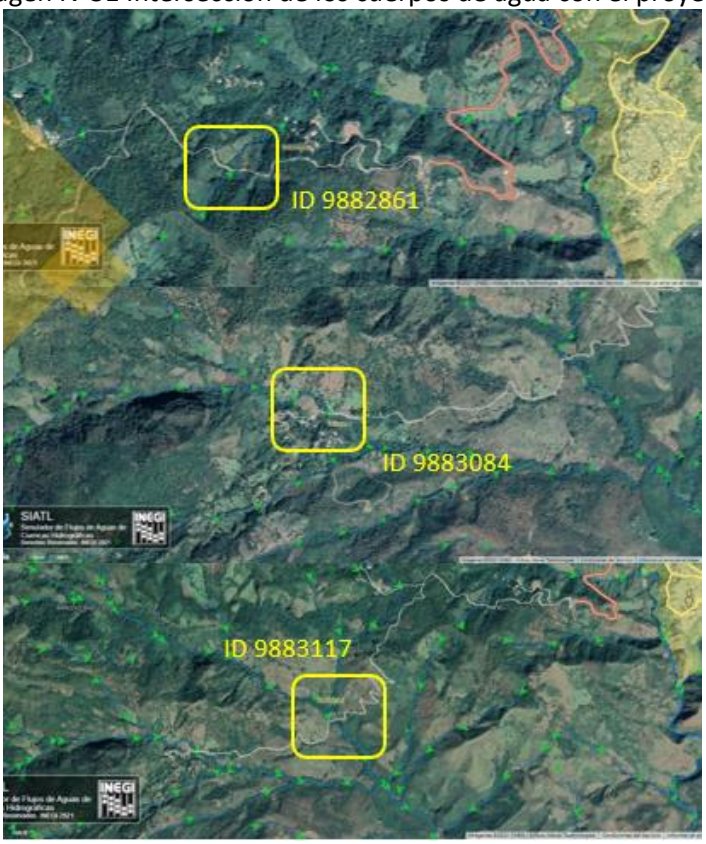
El proyecto presenta tres corrientes una de tipo perenne (Arroyo Río Lodo) y dos escorrentías de tipo intermitente que son afluentes de pequeñas microcuencas, por lo que, en las zonas de intersección con dichas escorrentías, será de importancia la instalación o en su caso reposición de obras de drenaje menor, las cuales coadyuvarán a mantener la dinámica hidrológica en el sitio del proyecto.

Imagen IV 30 Orden de corriente de la microcuenca



Fuente. CANAN, INGENIERIA, 2022

Imagen IV 31 Intersección de los cuerpos de agua con el proyecto



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Región Hidrológica 22, Tehuantepec

Esta región está incluida totalmente dentro del estado, drena un área que representa 19.23% de territorio estatal, incluye gran parte de la región del Istmo de Tehuantepec y corresponde a la vertiente del Océano Pacífico; colinda al norte con las regiones hidrológicas Papaloapan (RH-28) y Coatzacoalcos (RH-29); al sur con la RH-21 Costa de Oaxaca (Puerto Ángel) y con el Golfo de Tehuantepec; al oeste con la RH-20 Costa Chica-Rio Verde; mientras que al este con la Región Hidrológica Costa de Chiapas (RH-23), además de internarse al estado de Chiapas. Se encuentra dividida en dos cuencas: Lagunas Superior e Inferior (A) y Río Tehuantepec (B), esta última enclavada en su totalidad en la entidad; la infraestructura civil desarrollada para la utilización del agua superficial consiste en la presa de almacenamiento Presidente Benito Juárez, 10 presas derivadoras y 32 plantas de bombeo.

Cuenca L. Superior e Inferior

Comprende parte de los extremos sureste y sur de las sierras Juárez y Atravesada, respectivamente, se extiende a lo largo de la planicie costera del Golfo de Tehuantepec hasta la línea de costa; ocupa un área equivalente al 8.51% de territorio oaxaqueño; colinda al norte con la cuenca Río Coatzacoalcos (B) de la RH-29, al sur con el Golfo de Tehuantepec, al oeste con la cuenca Río Tehuantepec (B) de esta misma RH-22, mientras que al este con la cuenca Mar Muerto (D) de la RH-23, además de penetrar a Chiapas. En promedio la cuenca recibe precipitación del orden de 1 500 mm que equivalen a un volumen de 8 588.95 Mm^3, de esta agua 18.25% escurre, es decir 1 567.48 Mm^3.

En la Sierra Atravesada dominan los suelos de fase lítica y las unidades rocosas de baja permeabilidad, en general la vegetación es densa con precipitación que varía de 1,500 a 2,000 mm, la interrelación de estos factores genera escurrimientos que caen dentro del intervalo de 20 a 30%; en gran parte de la planicie costera se localizan áreas con escurrimientos que caen dentro del rango de 10 a 20%, en ellas la permeabilidad varía de media a baja, la vegetación es de densidad media y las isoyetas oscilan entre los 1,000 y 1,500 mm; finalmente las unidades de escurrimiento que corresponden al intervalo 5 a 10% comprenden las zonas que rodean las lagunas Superior e Inferior, donde la permeabilidad varía de media a alta y los registros de precipitación oscilan entre 1,000 y 1,200 mm.

El río Los Perros es el más importante dentro de esta cuenca, es un río maduro con 102.6 km de longitud; nace cerca del parteaguas de la Sierra Mixe a 1,380 msnm, baja con pendiente de 0.0135 y rumbo general sureste, pasa por importantes poblados de la región como Ciudad Ixtepec y Juchitán de Zaragoza, para finalmente desembocar en la Laguna Superior; sus afluentes principales son numerosas corrientes intermitentes que se incorporan a lo largo de su recorrido; durante el periodo 1948-1992 la Estación Hidrométrica Ixtepec registró volúmenes anuales del orden de 95.96 Mm^3 , que equivalen a un gasto de 3.04 m^3 /seg.

Subcuenca R. Perros

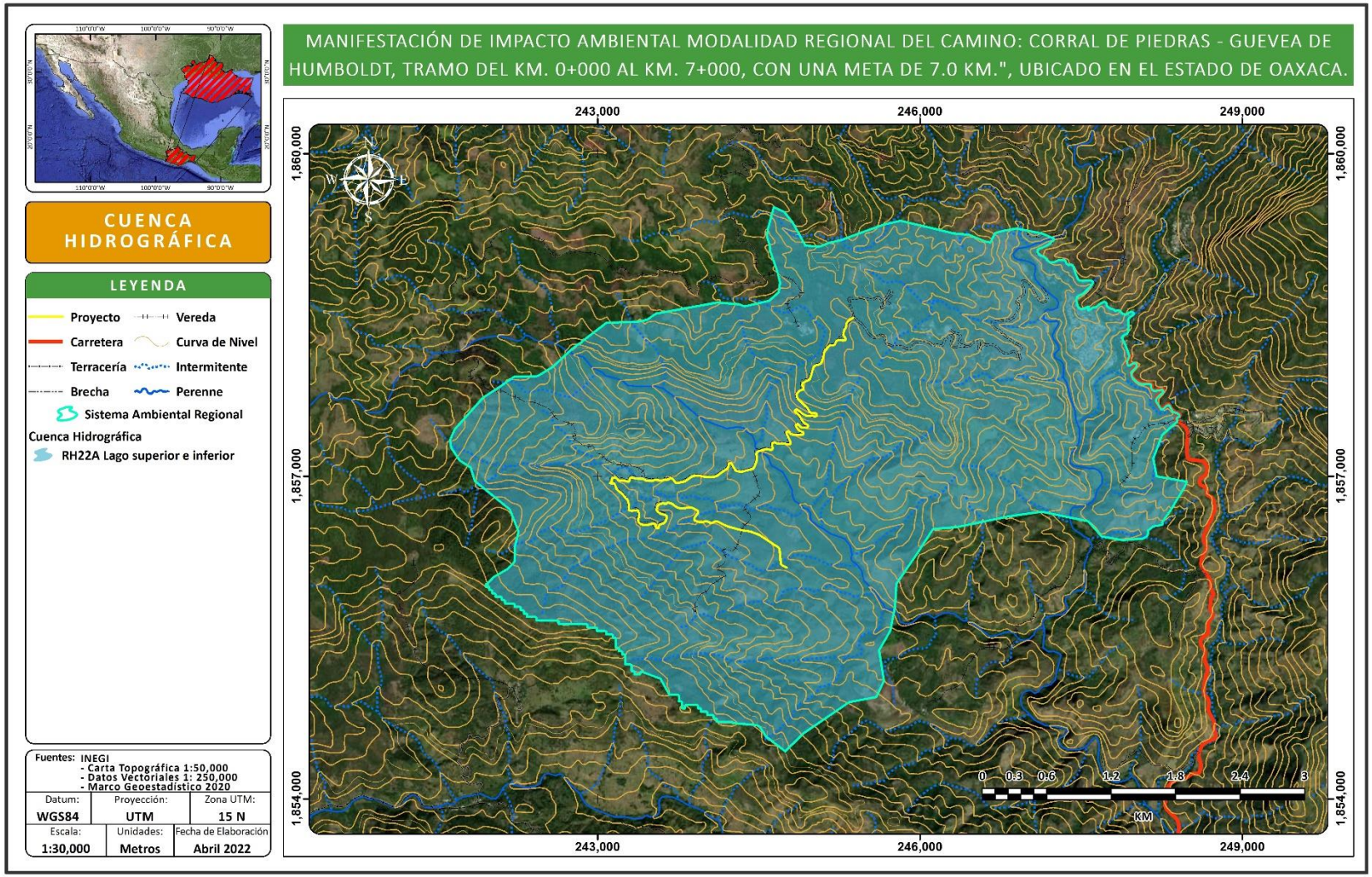
Según el Simulador de Flujos de Agua en Cuencas Hidrográficas (SIATL) de INEGI, la subcuenca denominada R. Tlalpujahua donde se ubica el proyecto presenta las siguientes características:

Tabla IV 14 Características de la Subcuenca donde se ubica el Proyecto

Identificador	**87**
Clave Subuenca	RH22Af
Nombre subcuenca	R. Perros
Tipo	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	RH22Aa L. Superior e Inferior
Total de descargas (principal)	11
Total de Descargas	11
Área Km²	1216.01
Perímetro Km	220.16
Densidad de Drenaje	1.5694
Coeficiente de Compacidad	1.7804
Longitud promedio de flujo superficial	0.159296546
Elevación Máxima Subcuenca(m)	2160
Elevación Mínima Subcuenca (m)	20
Pendiente Media Subcuenca (%)	26.89
Elevación Máxima Corriente Principal(m)	1264
Elevación Mínima Corriente Principal (m)	2
Longitud de Corriente Principal (m)	114586
Pendiente de Corriente Principal (%)	1.101
Sinuosidad de Corriente Principal	1.608327794

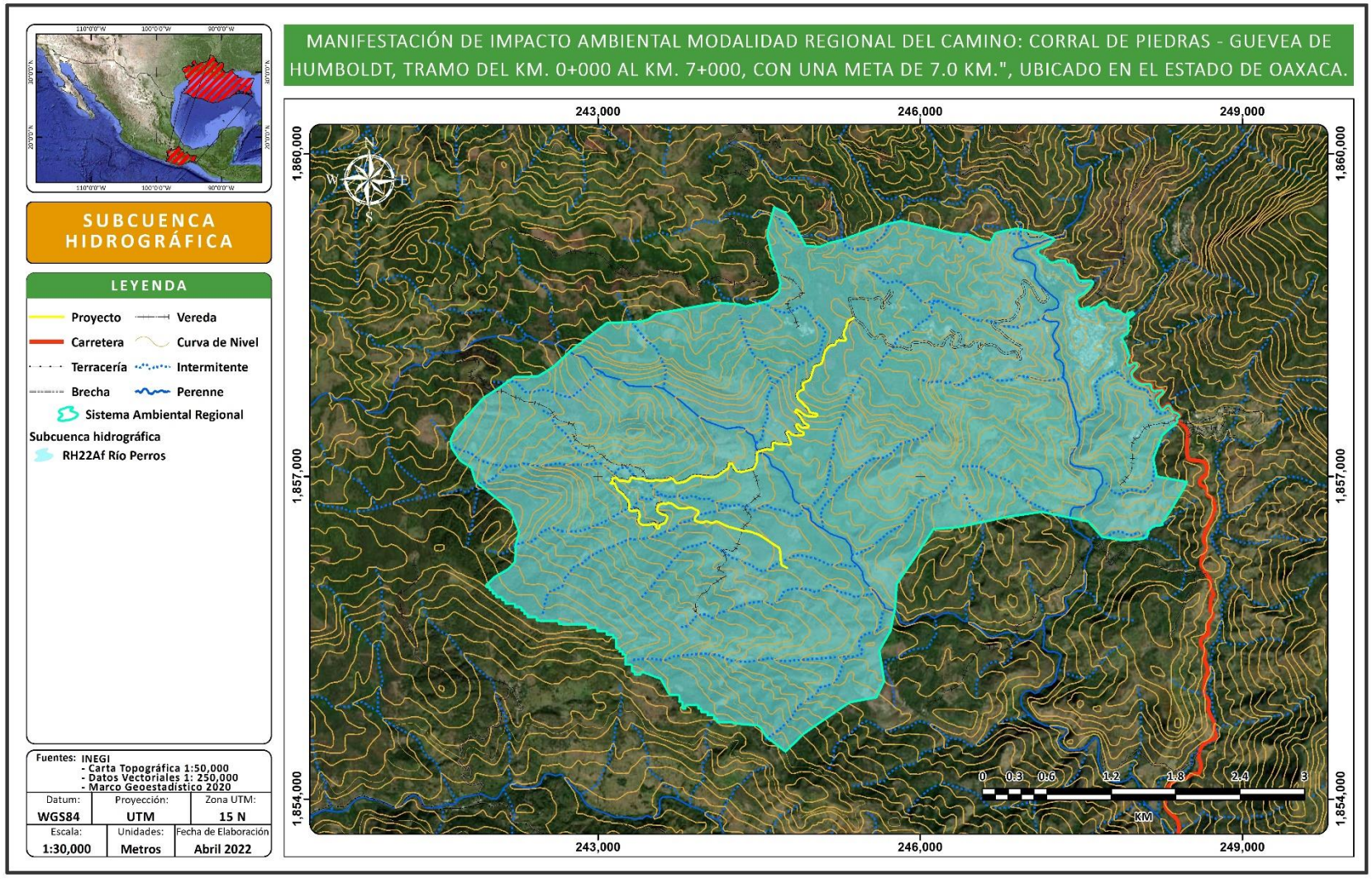
Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL, 2022

Imagen IV 32 Cuenca del proyecto



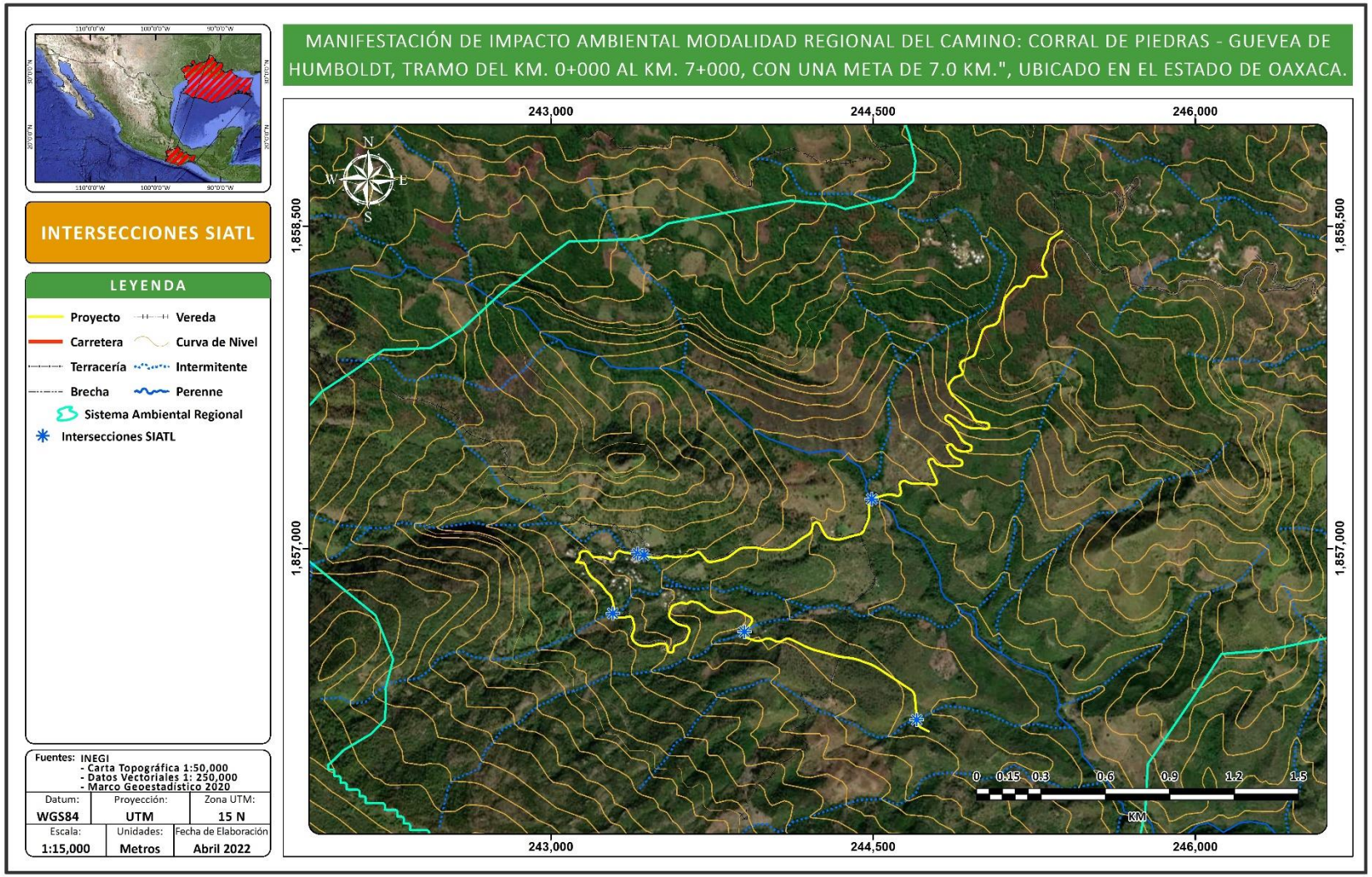
FUENTE: CANAN, INGENIERIA. 2022

Imagen IV 33 Subcuenca del proyecto



FUENTE: CANAN, INGENIERIA. 2022

Imagen IV 34 Intersección de Agua



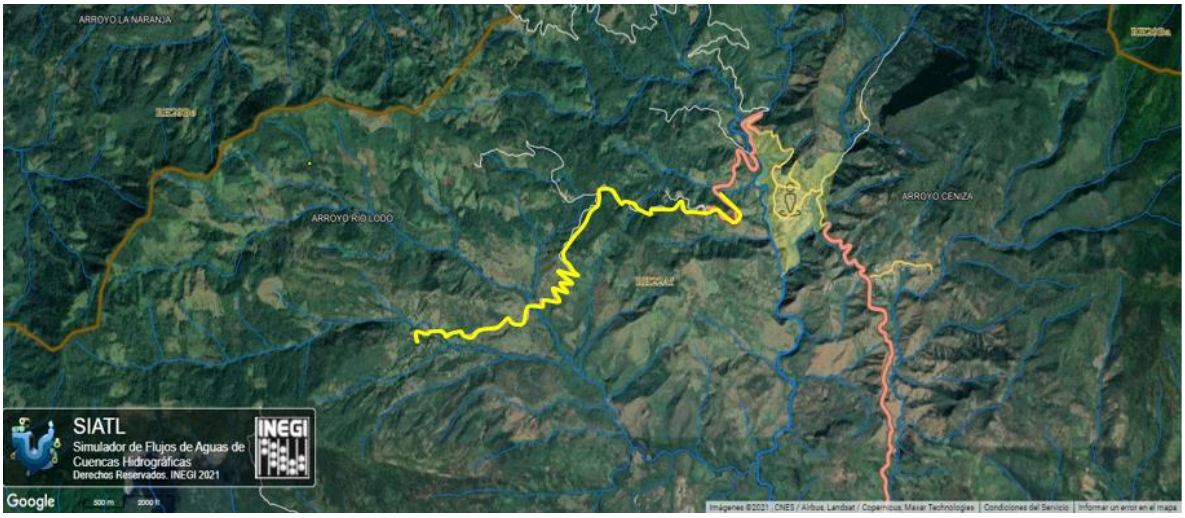
FUENTE: CANAN, INGENIERIA. 2022

De manera general debemos decir que el proyecto se encuentra en la Región Hidrológica RH 22 correspondiente al R. Tehuantepec, dentro de la Cuenca L. Superior e Inferior en la Subcuenca RH22Af, correspondiente al R. Perro, la cual es una cuenca exorreica con un área de 6505.83 $Km^{2,}$ con un coeficiente de escurrimiento variable en toda la cuenca.
A continuación, se describen de manera puntual los elementos hidrológicos que integran cada microcuenca el área del proyecto.

Red hidrológica con influencia directa en el proyecto

Para efectos del presente estudio y debido a extensión de la subcuenca en donde se encuentra inmerso el trazo carretero, se delimitó la red hidrográfica o microcuenca que podrá influenciar al área de proyecto. Dicha zonificación se realizó con base en la delimitación de microcuencas que desarrolla el Simulador de Flujos de Agua en Cuencas Hidrográficas (SIATL) de INEGI.

Imagen IV 35 Cuencas Hidrológicas del Proyecto.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

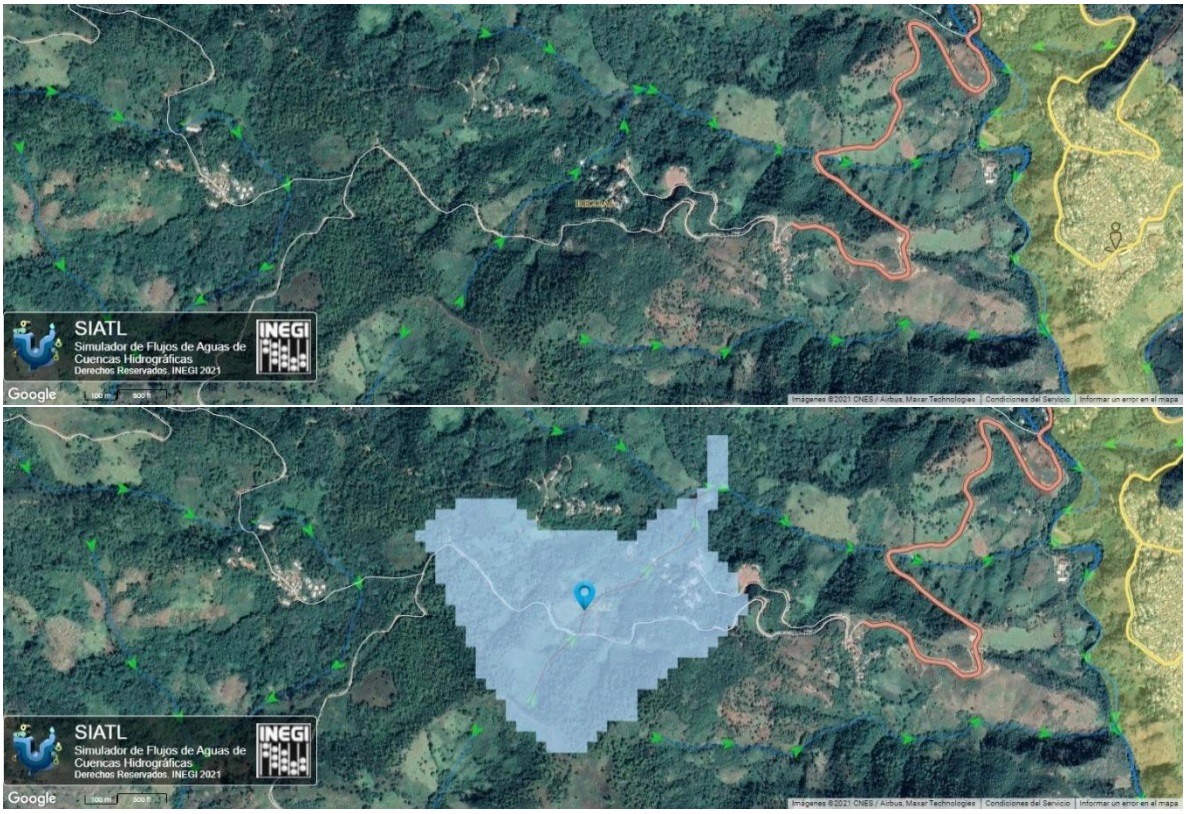
Con base en la dirección de los flujos de corriente y las intersecciones cercanas de escurrimientos superficiales al área del proyecto y mediante el sistema de microcuencas que delimita el SIATL de INEGI, se determinó la red hidrográfica que puede influenciar la corriente del cuerpo de agua. A continuación, se presenta un análisis hidrológico de la microcuenca contemplada, esto con el objeto de identificar las características de los cuerpos de agua para preservar la red hidrológica presente en el área de estudio.

CORRIENTE DE AGUA INTERMITENTE

De acuerdo con el Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) de INEGI (2022), el proyecto está ubicado en un primer cauce con número de identificador 9882861 con un nivel de corriente a nivel de la subcuenca de categoría 2. Dicho cauce cuenta con una longitud igual a 901.08m, donde el flujo del agua corre de Sur a Sureste, siendo este rasgo hidrológico de corriente intermitente, la superficie de la microcuenca tiene un total de 0.45 Km^2 y cuenta con un tipo de suelo de tipo Regosol y Feozem.

Microcuenca 01 con ID 9882861

Imagen IV 36 Intersección del cauce intermitente 01 con el trazo del proyecto.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

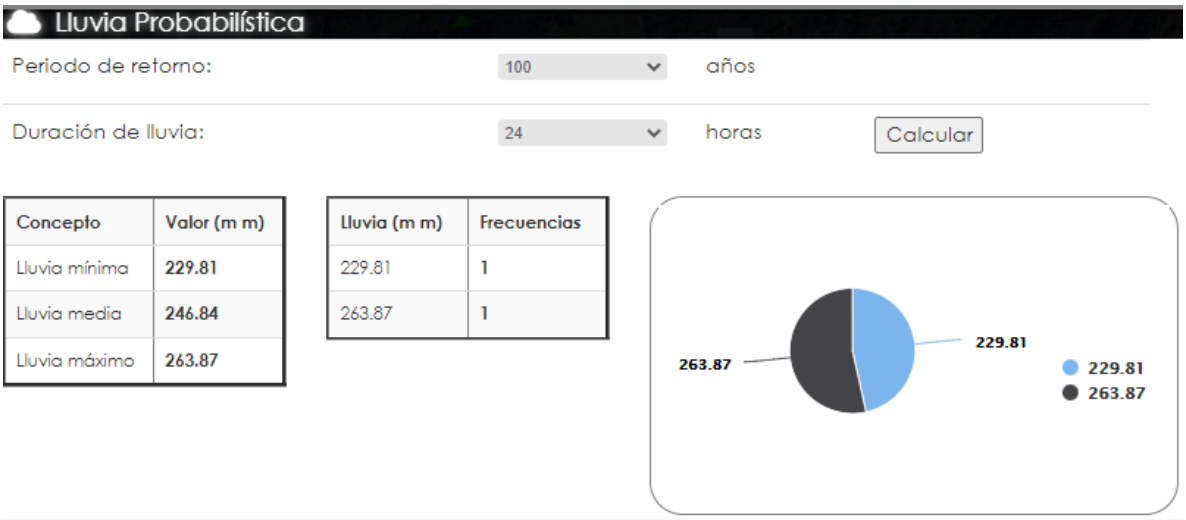
Una vez delimitada esta microcuenca del proyecto y con la finalidad de determinar su caudal pico consideramos las condiciones de incremento de precipitación desde el mes de junio hasta septiembre y consecuente la avenida máxima mediante la modelación de una lluvia probabilística de 24 hr con un periodo de retorno de 100 años, obteniendo de acuerdo con el siguiente gráfico una lluvia media de 246.84 y un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20% en su inicio de este caudal.

Gráfica IV 2 Coeficiente de escurrimiento de la microcuenca 01



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

Gráfica IV 3 Modelación de lluvia de la microcuenca 01



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

A partir de esta información se utilizó el "Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas" para obtener los índices morfométricos de la microcuenca, así como el valor del gasto máximo y la intensidad de lluvia probable de acuerdo con los criterios señalados por el "método racional", lo cual nos permite determinar el caudal pico del arroyo a lo largo de sus 901m de cauce.

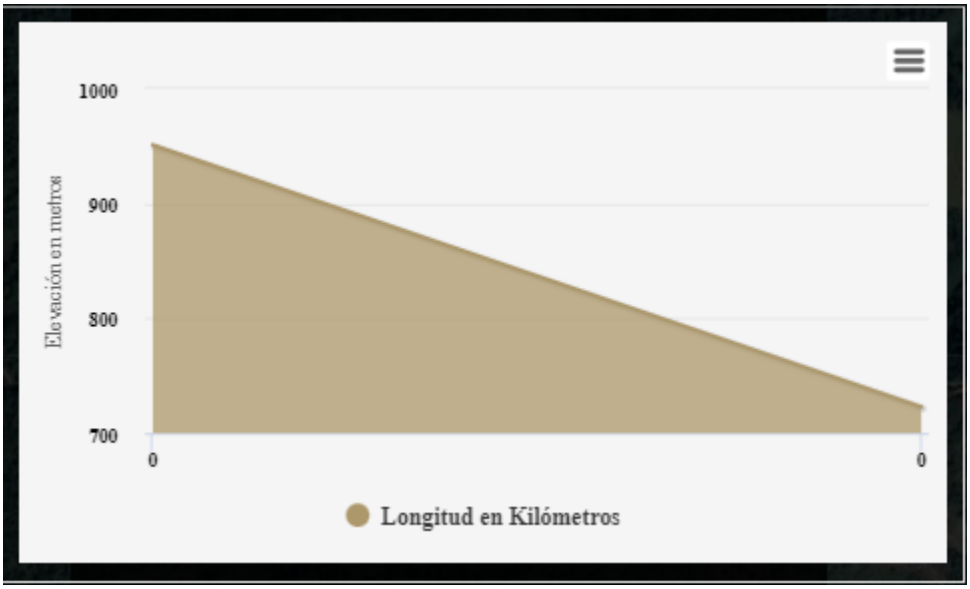
Tabla IV 15 Índices morfométricos de la microcuenca 01

PROPIEDAD	VALOR
Elevación máxima	951 m
Elevación media	837 m
Elevación mínima	723 m
Longitud	901 m
Pendiente media	25.31%
Tiempo de concentración	0.00 (min)
Área drenada	0.45 km2
Periodo de Retorno	100 años
Coeficiente de Escurrimiento	20.00%
Lluvia	246.84 mm
Intensidad de Lluvia	Infinity mm/h
Caudal pico	**Infinity 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 901m de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 951m hasta los 723m, donde no hay un caudal máximo al presentar un tiempo de concentración de 0.0 minutos, lo cual significa el poco flujo de agua debido a su corta superficie y longitud.

Gráfica IV 4 Perfil de elevaciones del cauce principal de la microcuenca 01

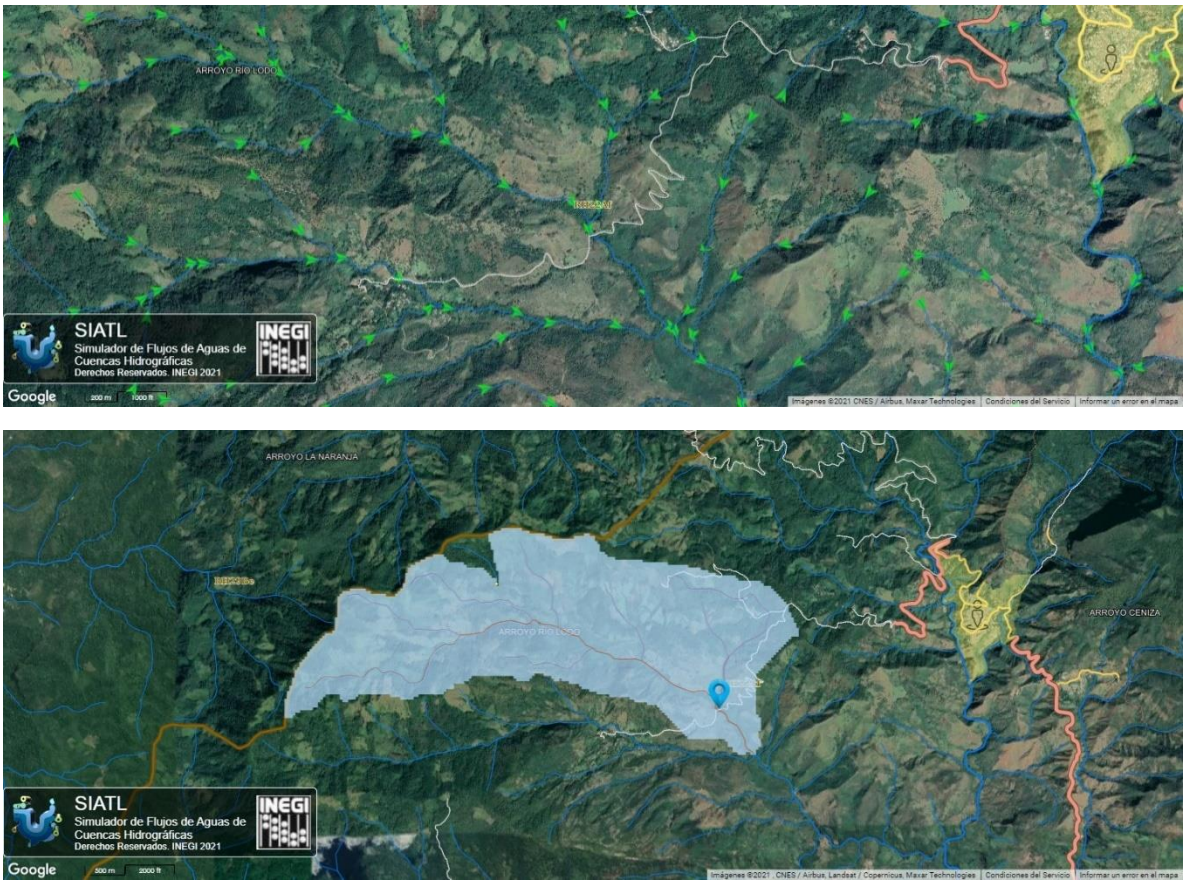


Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

Microcuenca 02 con ID 9883117

De acuerdo con el Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) de INEGI (2022), el proyecto está ubicado en un segundo cauce de condición perenne (Arroyo Río Lodo) con número de identificador 9883117 con un nivel de corriente a nivel de la subcuenca de categoría 2. Dicho cauce cuenta con una longitud igual a 805.30m, donde el flujo del agua corre de Noroeste a Sureste, la superficie de la microcuenca tiene un total de 8.65 Km^2.

Imagen IV 37 Intersección del cauce intermitente 02 con el trazo del proyecto.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

Una vez delimitada esta microcuenca del proyecto y con la finalidad de determinar su caudal pico consideramos las condiciones de incremento de precipitación desde el mes de junio hasta octubre y consecuente la avenida máxima mediante la modelación de una lluvia probabilística de 24 hr con un periodo de retorno de 100 años, obteniendo de acuerdo con el siguiente gráfico una lluvia media de 246.84 y un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20% en su inicio de este caudal.

Fotografía IV 1 Arroyo Río Lodo



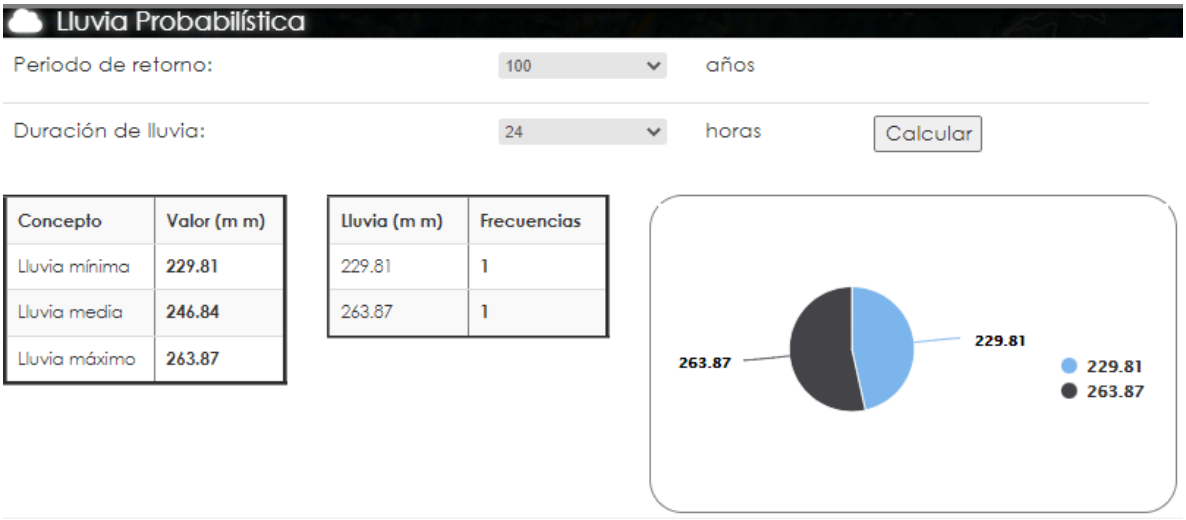
FUENTE: CANAN, INGENIERIA. 2022

Gráfica IV 5 Coeficiente de escurrimiento de la microcuenca 02



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

Gráfica IV 6 Modelación de lluvia de la microcuenca 01



Concepto	Valor (m m)
Lluvia mínima	229.81
Lluvia media	246.84
Lluvia máximo	263.87

Lluvia (m m)	Frecuencias
229.81	1
263.87	1

Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

A partir de esta información se utilizó el "Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas" para obtener los índices morfométricos de la microcuenca, así como el valor del gasto máximo y la intensidad de lluvia probable de acuerdo con los criterios señalados por el "método racional", lo cual nos permite determinar el caudal pico del arroyo a lo largo de sus 6,529m de cauce aguas arriba.

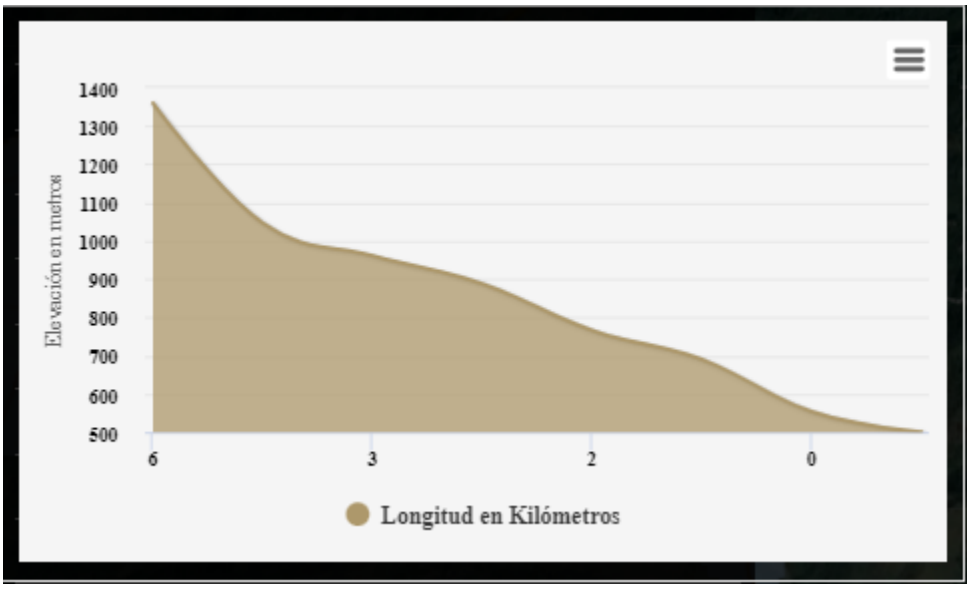
Tabla IV 16 Índices morfométricos de la microcuenca 02

PROPIEDAD	VALOR
Elevación máxima	1360 m
Elevación media	930 m
Elevación mínima	500 m
Longitud	6529 m
Pendiente media	13.17%
Tiempo de concentración	34.49 (min)
Área drenada	8.65 km2
Periodo de Retorno	100 años
Coeficiente de Escurrimiento	20.00%
Lluvia	246 mm
Intensidad de Lluvia	431.58 mm/h
Caudal pico	**207.40 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 6,529m de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 1360m hasta los 500m teniendo un caudal máximo con un coeficiente de escurrimiento de 20% en la totalidad de la cuenca de 207.40m^3/seg, con un tiempo de concentración de 34.49 minutos, lo cual significa una respuesta rápida debido a su superficie y longitud, así como su moderada pendiente en su trayecto inicial.

Gráfica IV 7 Perfil de elevaciones del cauce principal de la microcuenca 02

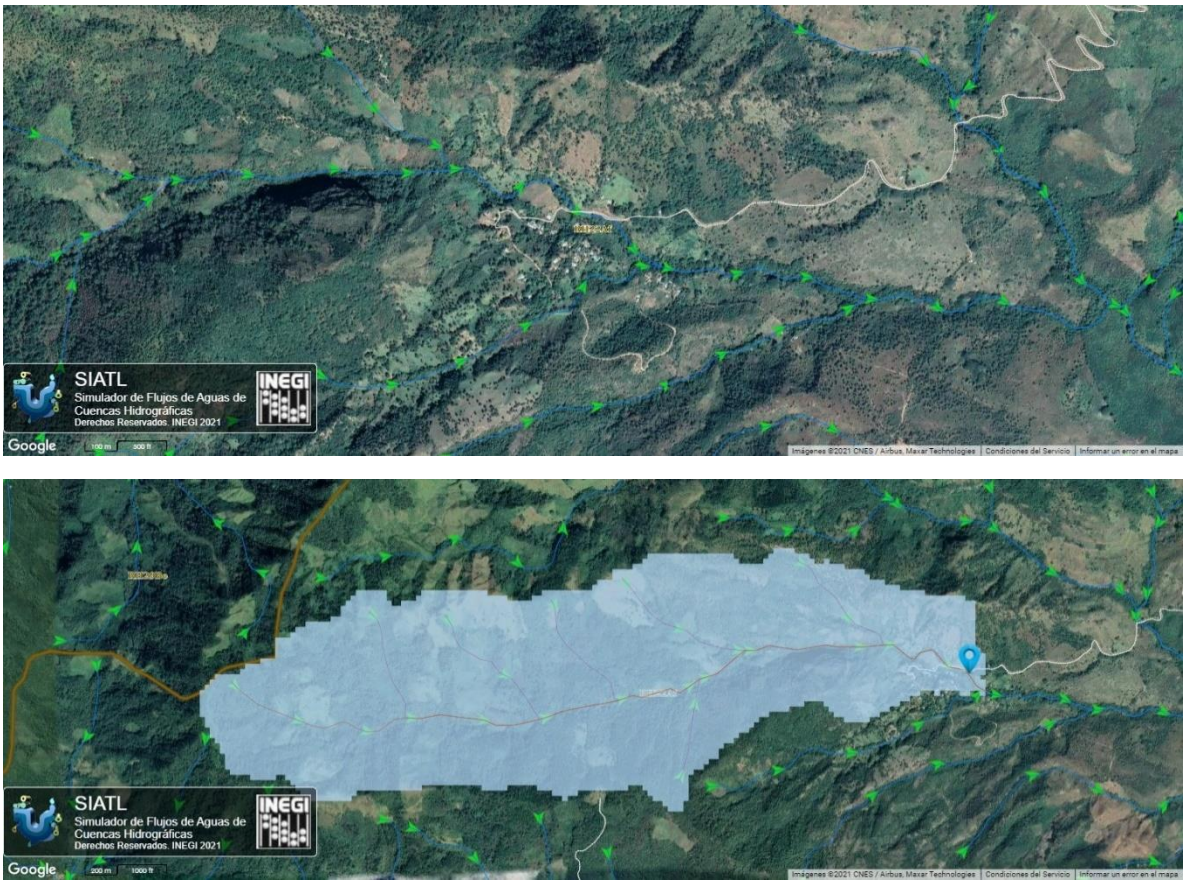


Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

Microcuenca 03 con ID 9883084

De acuerdo con el Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL) de INEGI (2022), el proyecto está ubicado en un segundo cauce de condición intermitente con número de identificador 9883084 con un nivel de corriente a nivel de la subcuenca de categoría 3. Dicho cauce cuenta con una longitud igual a 780.29m, donde el flujo del agua corre de Noroeste a Sureste, la superficie de la microcuenca tiene un total de 4.52 Km^2 y cuenta con un tipo de suelo de tipo Regosol.

Imagen IV 38 Intersección del cauce intermitente 03 con el trazo del proyecto.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

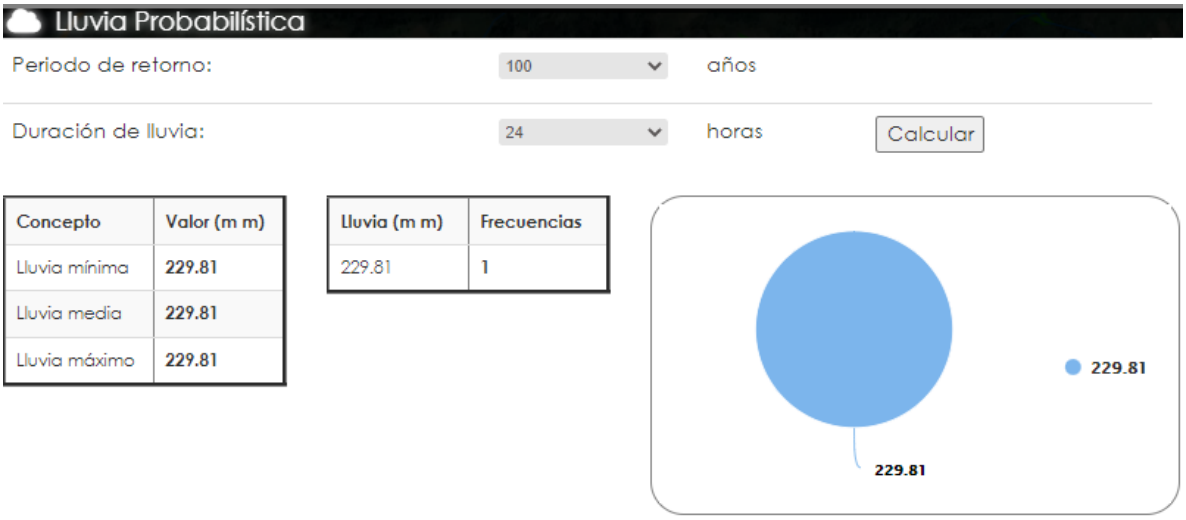
Una vez delimitada esta microcuenca del proyecto y con la finalidad de determinar su caudal pico consideramos las condiciones de incremento de precipitación desde el mes de junio hasta octubre y consecuente la avenida máxima mediante la modelación de una lluvia probabilística de 24 hr con un periodo de retorno de 100 años, obteniendo de acuerdo con el siguiente gráfico una lluvia media de 229.81 y un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20% en su inicio de este caudal.

Gráfica IV 8 Coeficiente de escurrimiento de la microcuenca 03



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

Gráfica IV 9 Modelación de lluvia de la microcuenca 03



Concepto	Valor (m m)
Lluvia mínima	229.81
Lluvia media	229.81
Lluvia máximo	229.81

Lluvia (m m)	Frecuencias
229.81	1

Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

A partir de esta información se utilizó el "Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas" para obtener los índices morfométricos de la microcuenca, así como el valor del gasto máximo y la intensidad de lluvia probable de acuerdo con los criterios señalados por el "método racional", lo cual nos permite determinar el caudal pico del arroyo a lo largo de sus 4,882m de cauce aguas arriba.

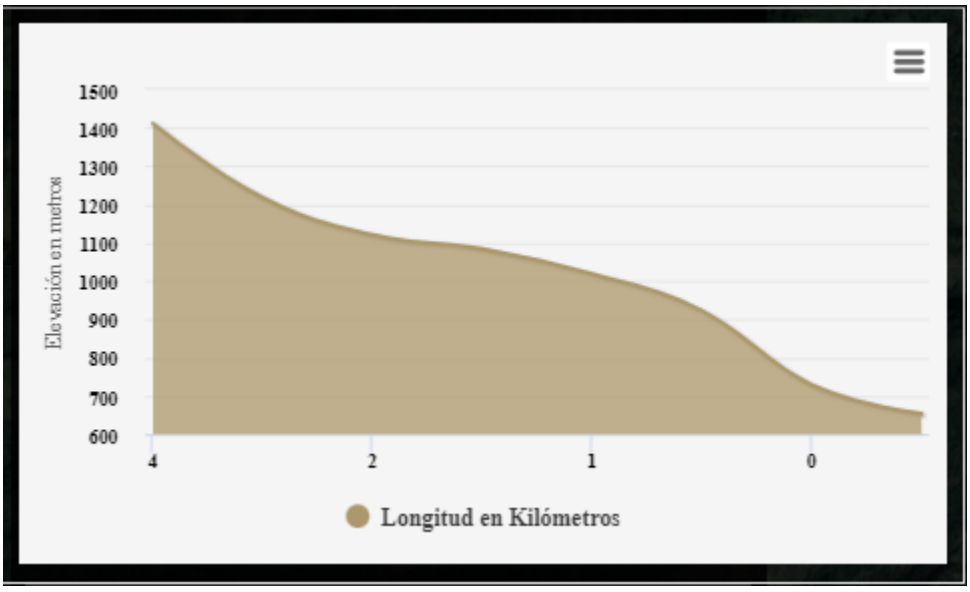
Tabla IV 17 Índices morfométricos de la microcuenca 01

PROPIEDAD	VALOR
Elevación máxima	1412 m
Elevación media	1033 m
Elevación mínima	654 m
Longitud	4882 m
Pendiente media	15.53%
Tiempo de concentración	23.69 (min)
Área drenada	4.50 km2
Periodo de Retorno	100 años
Coeficiente de Escurrimiento	20.00%
Lluvia	229 mm
Intensidad de Lluvia	587.18 mm/h
Caudal pico	**146.79 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 4,882m de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 1,412m hasta los 654m teniendo un caudal máximo con un coeficiente de escurrimiento de 20% en la totalidad de la cuenca de 146.79m^3/seg, con un tiempo de concentración de 23.69 minutos, lo cual significa una respuesta rápida debido a su superficie y longitud, así como su pronunciada pendiente en su trayecto inicial.

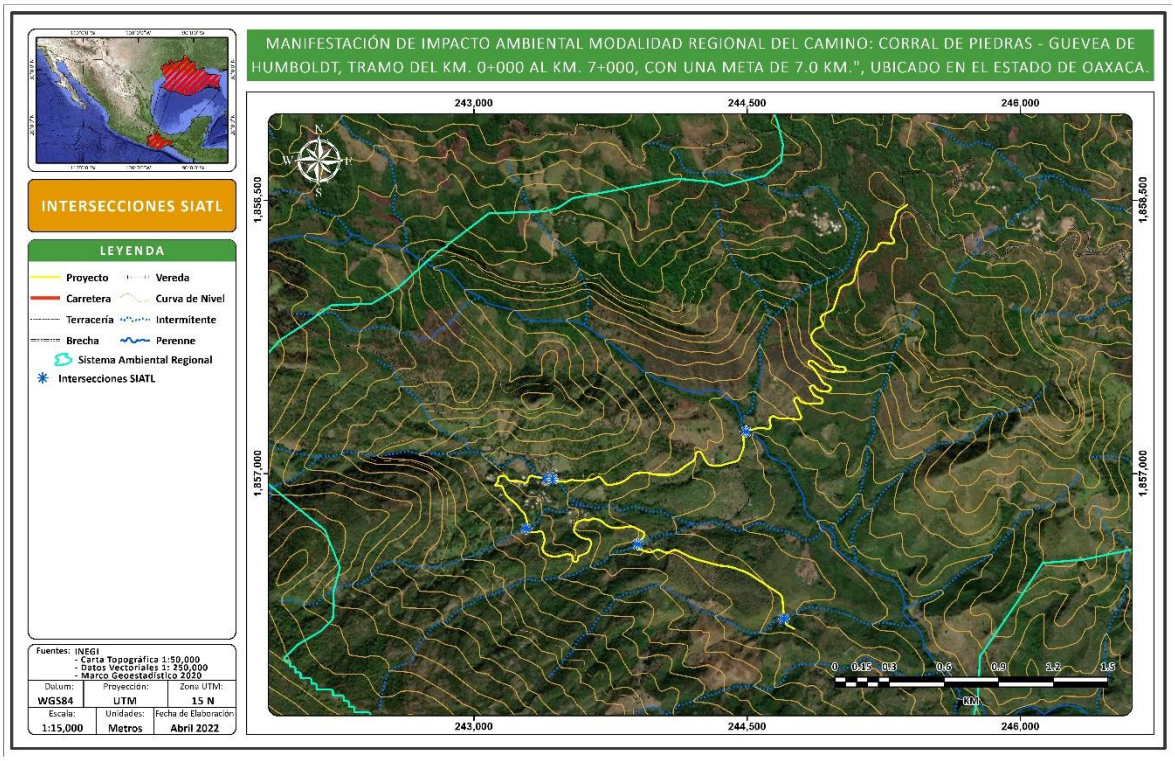
Gráfica IV 10 Perfil de elevaciones del cauce principal de la microcuenca 03



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

Como ya se mencionó el proyecto presenta cruces con 3 corrientes una perenne y dos de carácter intermitente que pueden considerarse efímeras, sin embargo, es de importancia que por más pequeña que se la corriente se instalen las obras de drenaje pertinentes con el afán de que la dinámica hidrológica no se altere y de evitar inundaciones en el camino ante eventos de lluvia extraordinarios.

Imagen IV 39 intersecciones de corrientes de agua que sirven como obras de drenaje



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Las obras de drenaje propuestas en estos cauces son:

Tabla IV 18 Obras de drenaje propuestas en el proyecto

ID	X	Y	Tipo de obra	Corriente
1	16° 47' 35.421"	-95° 23' 5.375"	Tubo de lámina de 1.20	Intermitente
2	16° 47' 3.197"	-95° 23' 49.972"	LOZA DE CONCRETO	Perenne
3	16° 46' 54.980"	-95° 24' 28.116"	Tubo de lámina de 1.20	Intermitente

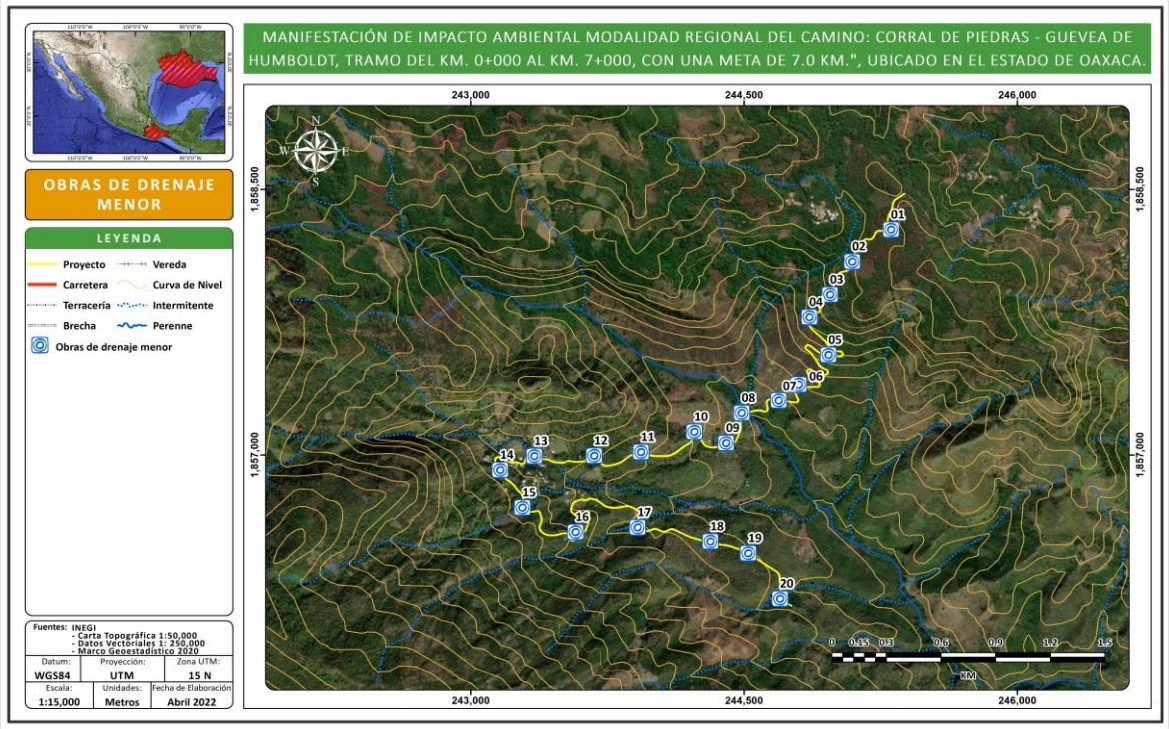
Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Con base en los cálculos hidráulicos realizados se obtuvo que las obras idóneas para la topografía y tipo de proyecto son las propuestas, ya que cumplen con los requerimientos normativos vigentes y aumentarán la capacidad hidráulica, lo que permitirá que la dinámica hidrológica no se vea afectada.

Cabe mencionar que la obra donde cruza el puente no es de carácter de construcción de este proyecto, por lo que no se considera la construcción de una obra de puente para este punto.

Así mismo, el proyecto tiene consideradas un total de 20 obras de drenaje de tipo menos, localizadas en los cadenamientos y coordenadas que se muestran a continuación:

Imagen IV 40 Obras de drenaje menor en el proyecto



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 19 Obras de drenaje Menor

N°	Cadenamiento	DATOS HIDRÁULICOS			Tipo de obra	UTM Zona 15N		Geográfica	
		A (Ha)	Q (m3/S)	q (m3/S)		Coord. X	Coord. Y	Longitud	Latitud
1	0+247.08	6.23	0.94	6.18	T.C. 1.20m Ø	245,306.43	1,858,272.20	-95° 23' 22.5"	16° 47' 37.44"
2	0+566.05	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	245,093.19	1,858,092.23	-95° 23' 29.63"	16° 47' 31.51"
3	0+800.00	11.29	1.7	4.94	T.C. 1.20m Ø	244,970.90	1,857,905.88	-95° 23' 33.68"	16° 47' 25.4"
4	1+006.61	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	244,857.59	1,857,778.05	-95° 23' 37.45"	16° 47' 21.2"
5	1+389.94	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	244,962.98	1,857,564.27	-95° 23' 33.81"	16° 47' 14.29"
6	2+107.00	OBRA DE ALIVIO			L. 1.50X1.20m	244,799.30	1,857,396.62	-95° 23' 39.26"	16° 47' 8.77"
7	2+383.57	OBRA DE ALIVIO			L. 1.50X1.20m	244,689.28	1,857,308.15	-95° 23' 42.94"	16° 47' 5.85"
8	2+660.00	827.12	72.43	97.27	L. 6.00X2.00m	244,486.73	1,857,237.49	-95° 23' 49.75"	16° 47' 3.48"
9	2+865.32	2.4	0.36	6.45	L. 1.50X1.20m	244,401.02	1,857,067.08	-95° 23' 52.57"	16° 46' 57.9"
10	3+082.10	6.57	0.99	7.23	T.C. 1.20m Ø	244,226.21	1,857,130.47	-95° 23' 58.5"	16° 46' 59.89"
11	3+431.39	4.84	0.73	7.23	L. 1.50X1.20m	243,934.18	1,857,015.73	-95° 24' 8.31"	16° 46' 56.05"
12	3+723.37	17.27	2.59	3.8	T.C. 1.20m Ø	243,677	1,856,995.58	-95° 24' 16.98"	16° 46' 55.29"
13	4+060.00	428.29	37.51	45.7	L. 4.00X3.50m	243,348.59	1,856,993.56	-95° 24' 28.06"	16° 46' 55.1"
14	4+448.36	14.27	2.14	7.15	T.C. 1.20m Ø	243,161.06	1,856,915.07	-95° 24' 34.36"	16° 46' 52.47"
15	4+707.05	85.85	11.31	11.49	T.C. 1.50m Ø	243,282.95	1,856,702.67	-95° 24' 30.16"	16° 46' 45.61"
16	5+120.00	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	243,574.40	1,856,564.35	-95° 24' 20.27"	16° 46' 41.23"
17	5+920.00	74.76	9.66	9.94	T.C. 1.50m Ø	243,915.33	1,856,590.89	-95° 24' 8.77"	16° 46' 42.23"
18	6+340.00	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	244,314.77	1,856,510.73	-95° 23' 55.26"	16° 46' 39.78"
19	6+560.00	OBRA DE ALIVIO			T.C. 1.20m Ø	244,522.25	1,856,444.05	-95° 23' 48.23"	16° 46' 37.69"
20	6+900.00	93.89	12.14	12.68	2T.C. 1.50m Ø	244,696.69	1,856,187.72	-95° 23' 42.23"	16° 46' 29.43"

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.

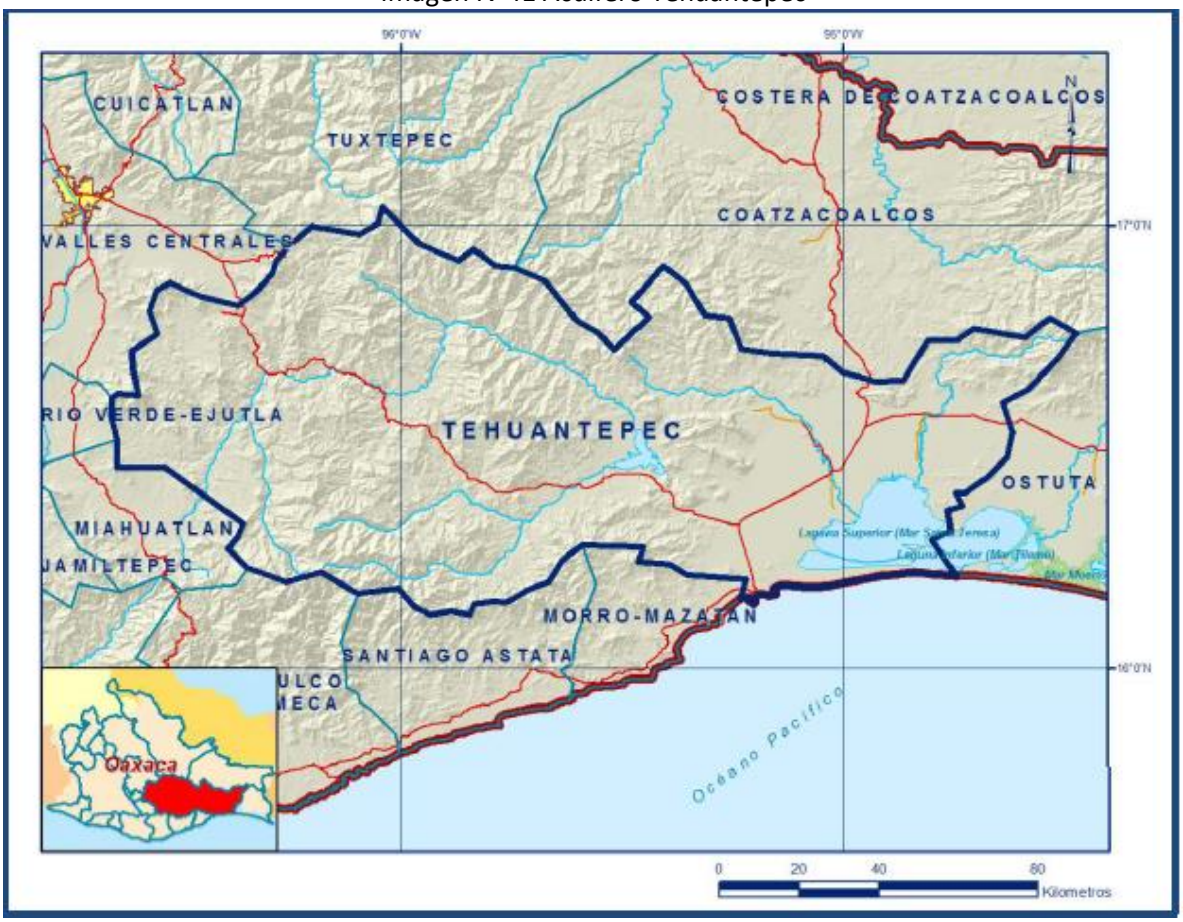
El agua subterránea reviste gran importancia dentro del contexto económico del estado de Oaxaca, ya que en la entidad las corrientes superficiales son escasas y de volumen reducido, especialmente hacia la parte centro y sur de la entidad, o bien, se encuentran casi totalmente aprovechadas o presentan problemas de contaminación.

La disponibilidad de agua en el subsuelo es un factor importante que condiciona fuertemente la factibilidad de incrementar el desarrollo económico del estado. Asimismo, se debe señalar la importancia de una explotación racional de estos recursos, pues son susceptibles de agotarse ante la sobreexplotación inmoderada, o bien pueden sufrir contaminación por las descargas residuales o el uso de pesticidas.

Alrededor de 2/3 partes del territorio poblano presentan una topografía montañosa o de lomeríos; la porción restante está ocupada por zonas más o menos planas, en donde es factible captar el agua subterránea, y generalmente se ubican las zonas de concentración de aprovechamientos, así como las zonas agrícolas. En éstas, la Comisión Nacional del Agua (CNA).

El Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto pertenece al acuífero Tehuantepec

Imagen IV 41 Acuífero Tehuantepec



Fuente: CONAGUA,

Región Hidrológica

El acuífero se localiza dentro de dos Regiones Hidrológicas, al Poniente la Región Hidrológica No. 22 "Tehuantepec", y al Oriente la Región Hidrológica No. 23 "Costa de Chiapas". De forma muy alargada en el sentido este a oeste queda limitando por el norte con las cuencas de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos; por el Oriente, con los orígenes del río Grijalva y otros ríos de poca importancia de la Región Hidrológica No. 23; por el sur con el Golfo de Tehuantepec y las cuencas de los ríos Copalita, Zimatlán y otros menos notables de la Región No. 2; y por el Oeste, con la cuenca del río Verde o Atoyac (Región No. 20).

Cuenca

Dentro de la Región No. 22 se encuentra la Cuenca del río Tehuantepec y en la Región No. 23 la Cuenca del Mar Muerto.

Estudios Técnicos

Las condiciones de explotación en que se encuentra actualmente el acuífero son muy reducidas, la gran mayoría de los aprovechamientos que existen son norias de uso doméstico o pecuario y los pozos son de uso industrial, sin embargo, por ser reducido el número de industrias también lo es, el volumen extraído es poco significativo. Por otra parte, la baja permeabilidad de los materiales ubicados fuera del cauce de los ríos no permite considerar a los acuíferos de la zona como fuente potencial de agua subterránea.

Hidrografía

La corriente principal, nace al sureste de Miahuatlán, a una altitud de 3200 msnm y en esta parte fluye hacia el norte con el nombre de río de La Ciénega. Después de un recorrido de 20 km desvía un poco su curso hacia el noreste hasta llegar a Totolapan, zona en la que recibe el nombre de río Mijangos. En Totolapan se desvía francamente hacia el este hasta Nejapa, y, en este punto, se inicia una amplia convexidad hacia el norte en la que, al principio, el río se llama Grande y ya en el tramo descendiente, que lleva un rumbo sureste y el cual conserva hasta la desembocadura, adquiere su denominación final de río Tehuantepec por pasar junto a esta ciudad, 20 km antes de dicha desembocadura en las cercanías de Salina Cruz.

La cuenca del Tehuantepec abarca parcialmente varios distritos del estado de Oaxaca que son los de: Miahuatlán, Ejutla, Ocotlán, Tlacolula, Mixe, Yautepec y Tehuantepec.

Flujo subterráneo

Las salidas subterráneas que ocurren como descarga hacia el mar o a la Laguna, fueron calculadas de la misma manera como se evaluaron las entradas subterráneas, a partir también de la configuración de elevación del nivel estático. El valor estimado es de **25.5 hm_3**/año.

Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; en su fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA DEL SUBSUELO EN UN ACUÍFERO	=	RECARGA TOTAL MEDIA ANUAL	-	DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA	-	EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Donde:
DMA = Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero
R = Recarga total media anual
DNC = Descarga natural comprometida
VEAS = Volumen de extracción de aguas subterráneas

Recarga total media anual (R)
La recarga total media anual que recibe el acuífero (R), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para este caso, su valor es de **103.3 hm_3/año**, todos ellos son de recarga natural

Descarga natural comprometida (DNC)
La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para el caso de este acuífero se consideran como descargas naturales comprometidas, las salidas horizontales para evitar la intrusión salina (25.5 hm_3/anuales) y un 70 % de la evapotranspiración (17.5 hm_3/anuales), para mantener la vegetación nativa. Por lo tanto, la descarga natural comprometida es de 43.0 hm3/año. **DNC = 43.0 hm_3 anuales**.

Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

$$DMA = 103.3 - 43.0 - 59.997853$$

$$DMA = 0.302147\ hm^3/año.$$

El resultado indica que existe un volumen disponible de 302,147m^3 anuales para otorgar nuevas concesiones, en el acuífero denominado Tehuantepec, estado de Oaxaca.

IV.2.2.1.5. AIRE

El estado de Oaxaca presenta un problema atmosférico en la capital, al igual que el resto de los estados del país, así como también se presenta en todo el planeta. El rápido crecimiento poblacional y la industrialización han generado la sobre explotación de los recursos naturales, lo cual conlleva a la degradación ambiental. La atmósfera actúa como una capa protectora, regulando la temperatura de la Tierra y evitando la entrada de rayos solares dañinos como los ultravioleta.

Es claro que los problemas atmosféricos son complejos, las fuentes de emisión son diversas y los contaminantes emitidos actúan en diferentes niveles. Actualmente existen programas y convenios para el monitoreo de la calidad del aire, del cambio climático y del ozono estratosférico. Estos dos últimos se enmarcan en acuerdos internacionales como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y la Convención para la Protección de la Capa de Ozono Estratosférico. En el año de 1992 Se estableció y se firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, cuyo objetivo es estabilizar las concentraciones de estos gases en la atmósfera. Desde abril de 2013, el Instituto Estatal de Ecología monitorea la calidad del aire en la capital del estado y su zona conurbada. Para ello cuenta con una Caseta de Monitoreo Atmosférico. Ejemplo de contaminación Como ejemplos de gases de efecto invernadero tenemos al Bióxido de Carbono (CO_2), Metano (NH_4) y Óxido Nitroso (N_2O)

Otro de los principales generadores de contaminación, en este caso a la atmósfera, lo es el parque vehicular de Oaxaca. En la entidad, se estima que existen al primer trimestre de este año, 470 mil unidades de motor, entre vehículos particulares, camionetas y camiones. En la zona metropolitana se estima que viven al menos 700 mil personas, pero existen más de 270 mil automotores.

Cambio de uso del suelo. En tanto, de acuerdo con datos de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal, Pesca y Acuacultura (Sedafpa), cada año se pierden alrededor de 30 mil hectáreas de superficie arbolada, derivado del cambio en el uso de suelo, es decir, la transformación de áreas boscosas para actividades agrícolas.

Reforestación. Aunque existen programas de reforestación, en coordinación con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en que se contempla plantar al menos seis millones de árboles, la demanda para guardar los equilibrios entre la superficie boscosa que se pierde y la que se requiere regenerar, es de al menos 20 millones de plantas en el estado.

El Gobierno del Estado cuenta con infraestructura suficiente para producir al menos entre 30 a 35 millones de árboles al año, sin embargo, actualmente generan sólo de 5 a 7 millones.

Una buena calidad del aire se puede definir como el conjunto de concentraciones de componentes presentes en la atmósfera en un periodo de tiempo dado, que satisfacen la salud, el bienestar de la población, el equilibrio ecológico, y los materiales con valor económico.

El monitoreo atmosférico proporciona información acerca del estado que guarda el recurso aire en nuestras ciudades y, por lo tanto, constituye una herramienta indispensable en el desarrollo de los Programas de Gestión de la Calidad del Aire que aplican las autoridades ambientales y demás sectores involucrados.

La calidad del aire en una región se establece en términos de los contaminantes criterio. Los contaminantes criterio se han identificado como tales porque previamente fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos de calidad del aire en los Estados Unidos, con el fin de establecer niveles permisibles que protegieran la salud, el entorno y el bienestar de la población.

El término "contaminantes criterio" ha sido adoptado en muchos países, incluyendo México, y actualmente comprende: las partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM10) y menores a 2.5 micrómetros (PM2.5), el ozono (O3), el bióxido de azufre (SO2), el bióxido de nitrógeno (NO2) y el monóxido de carbono (CO).

De acuerdo con su origen, se clasifican en primarios y secundarios. Los contaminantes primarios, son aquellos emitidos en la forma en que se encuentran en el aire, mientras que los secundarios no son emitidos por ninguna fuente en particular, sino que se generan en el aire a partir de diversas reacciones químicas en la atmosfera. La siguiente tabla presenta los contaminantes considerados para la realización del diagnóstico y la tendencia de la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Oaxaca y su entorno rural.

Tabla IV 20 Contaminante criterio considerados en el diagnóstico y tendencia de la calidad del aire del Estado de OAXACA

Contaminante	Categoría por origen
NO_2	Primario y secundario
SO_2	Primario
CO	Primario
PM_{10}	Primario y secundario
0_3	Secundario

Fuente: Programa de gestión de la calidad del aire del Estado de Oaxaca

El monitoreo continuo y en ocasiones integrado de dichos contaminantes, sirve para determinar la calidad del aire en una zona a partir de su comparación contra los niveles permisibles establecidos para proteger la salud y bienestar de la población. Los niveles permisibles han sido establecidos en forma de guías y normas de calidad del aire. Asimismo, el registro histórico de los datos validados de calidad del aire permite elaborar el diagnóstico sobre tendencias y evolución de los contaminantes a lo largo del tiempo y su comportamiento espacial. Para cada contaminante criterio se han desarrollado guías y normas. Las guías son recomendaciones que establecen los niveles de exposición a contaminantes del aire, a fin de reducir los riesgos o proteger de los efectos tóxicos. Las normas establecen las concentraciones máximas de los contaminantes del aire que se permiten durante un tiempo definido, y donde estos valores límite son establecidos con un margen de protección ante los riesgos y tienen la finalidad de proteger a la salud humana y el entorno. En México, el Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Salud, es quien establece los límites permisibles de concentración de contaminantes que pueden afectar la salud de la población, mediante las Normas Oficiales Mexicanas.

El Sistema Ambiental Regional, ubicado en el municipio Guevea de Humbolt presenta una calidad del aire idónea para la mayoría de las personas; puede disfrutar de sus actividades al aire libre con normalidad.

Imagen IV 42. Calidad de Aire del área del proyecto y sus alrededores

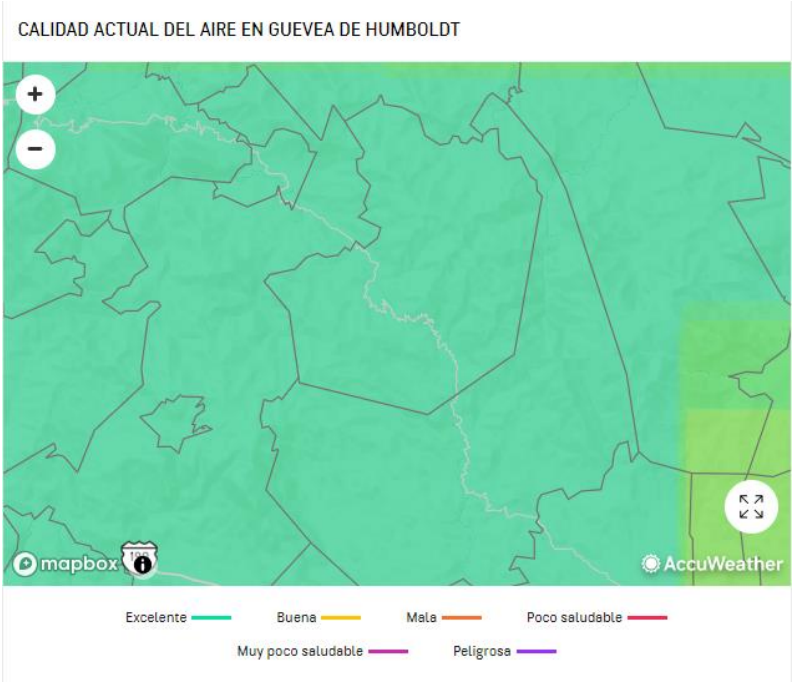


Tabla IV 21 Contaminantes actuales

O_3 **Excelente**	El ozono a nivel del suelo puede agravar las enfermedades respiratorias existentes y también provocar irritación de garganta, dolores de cabeza y dolor de pecho.	19 48 µg/m³
$PM_{2.5}$ **Excelente**	Las partículas finas son partículas contaminantes inhalables con un diámetro inferior a 2,5 micrómetros que pueden entrar en los pulmones y en el torrente sanguíneo y provocar graves problemas... **más**	13 6 µg/m³
PM_{10} **Excelente**	La materia particulada está formada por partículas contaminantes inhalables con un diámetro inferior a 10 micrómetros. Las partículas de más de 2,5 micrómetros pueden depositarse en las... **más**	11 11 µg/m³
CO **Excelente**	El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro y, cuando se inhala en altos niveles, puede causar dolor de cabeza, náuseas, mareos y vómitos. La exposición prolongada a largo plazo puede... **más**	1 110 µg/m³

El **ozono** (O_3) es una sustancia cuya molécula está compuesta por tres átomos de oxígeno, formada al disociarse los dos átomos que componen el gas oxígeno. Cada átomo de oxígeno liberado se une a otra molécula de oxígeno gaseoso (O_2), formando moléculas de ozono (O_3).

A temperatura y presión ambientales, el ozono es un gas que desprende olores fuertes (similar al de los mariscos en estado de descomposición avanzado) y generalmente sin coloración, pero en

grandes concentraciones puede volverse ligeramente azulado. Si se respira en grandes cantidades puede provocar una irritación en los ojos o la garganta, la cual suele pasar después de respirar aire fresco y rico en oxígeno durante algunos minutos.
El límite recomendado de exposición de ozono es de 0,1 partes por millón (ppm), o sea 0,2 miligramos por metro cúbico, calculado como una concentración ponderada de ocho horas, y a corto plazo de 0,3 ppm (0,6 mg. por metro cúbico), como una concentración ponderada de quince minutos. En función de la concentración puede producir diversos efectos en el organismo.
Los valores anteriores obedecen en gran parte a que en la zona no se localizan grandes centros urbanos y/o zonas industriales de importancia, únicamente zonas agrícolas. Es decir, que la calidad del aire de la zona es aceptable. Amén de que ambos municipios en los que recae el SAR del proyecto no pertenecen a municipios con importancia comercial ni industrial.

Las ***partículas en suspensión*** o material particulado son una serie de diminutos cuerpos sólidos o gotitas líquidas dispersos en la atmósfera. Son generadas a partir de alguna actividad antropogénica (causada por el hombre) como la quema de carbón para producir electricidad o natural como por ejemplo la actividad volcánica.
Las partículas contaminantes no son idénticas física y químicamente, sino que más bien están constituidas por una amplia variedad de tamaños, formas y composiciones químicas. Algunas son nocivas para la salud, alteran las propiedades de la atmósfera ante la luz solar o reducen la visibilidad.

Clasificación

- Las partículas se categorizan según su tamaño, pueden tener cualquier forma y pueden ser sólidas o líquidas.
- Las partículas grandes miden entre 2,5 y 10 micrómetros (de 25 a 100 veces más delgados que un cabello humano).
- Las partículas pequeñas son menores a 2,5 micrómetros (100 veces más delgadas que un cabello humano). Estas partículas son conocidas como $PM_{2.5}$

El **dióxido de nitrógeno** (NO_2) u óxido de nitrógeno, es un compuesto químico formado por los elementos nitrógeno y oxígeno, uno de los principales contaminantes entre los varios óxidos de nitrógeno.
El dióxido de nitrógeno es de color marrón-amarillento. Se forma como subproducto en los procesos de combustión a altas temperaturas, como en los vehículos motorizados y las plantas eléctricas. Por ello es un contaminante frecuente en zonas urbanas.

El **monóxido de carbono**, también denominado óxido de carbono, gas y anhídrido carbonosos, cuya fórmula química es **CO**, es un gas incoloro y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados.
Se produce por la combustión deficiente de sustancias como gas, gasolina, queroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera. Las chimeneas, las calderas, los calentadores de agua o calefactores y los aparatos domésticos que queman combustible, como las estufas u hornillas de la cocina o los calentadores a queroseno, también pueden producirlo si no están funcionando bien. Los vehículos con el motor encendido también lo despiden.

IV.2.2.2 MEDIO BIÓTICO

IV.2.2.2.1 VEGETACIÓN

METODOLOGÍA.

El método utilizado para caracterizar las condiciones biológicas del SAR 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 SAR, 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 Regional, 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 en campo con la finalidad de verificar los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional, con esto realizar la comparación con la cartografía de INEGI serie VI de Uso de Suelo y Vegetación. Se centró la atención en los fragmentos mejor conservados, así como en aquellos lugares donde se consideró que probablemente exista mayor afectación derivada del desarrollo del proyecto. Se obtuvo un registro fotográfico de las especies y ecosistemas característicos de la región y de interés para este estudio, considerando particularmente especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las de interés comercial, cultural, médico, etc. Posteriormente se formó una brigada de campo, que conforme a un programa de trabajo realizó el muestreo de la vegetación, en el área de puntual del proyecto y el SAR, teniendo como prioridad considerar aquellos sitios que contienen la vegetación mejor conservada, los fragmentos con vegetación secundaria y las cercas vivas.

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 SAR. 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.

- 3 muestreos en Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.
- 2 muestreos en Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino.

A continuación, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los sitios de muestreo realizados para el proyecto.

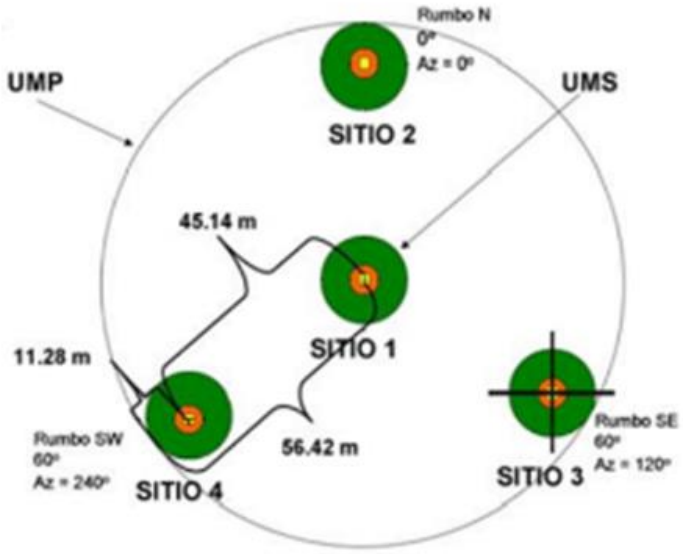
Tabla IV 22 Coordenadas de los sitios de muestreo.

CONGLOMERADO	CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	COORDENADAS UTM	
			X	Y
1	VSa/BPQ	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino	246726	1858265
2	VSa/BPQ	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino	246464	1857006
3	VSa/BPQ	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino	244423	1855449
4	VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino	244982	1858034
5	VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino	242557	1856701

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

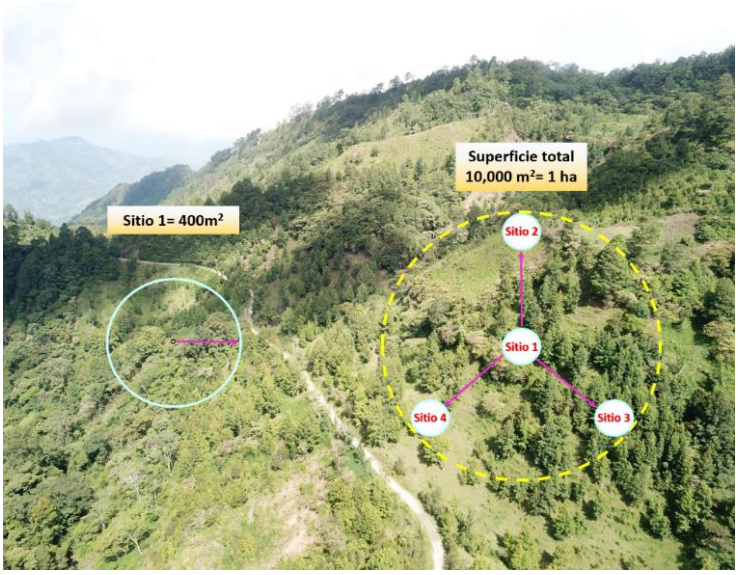
Se ubicaron los sitios de muestreo, en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia. Se tomó la metodología de la CONAFOR con algunas adaptaciones en el cual se emplea un muestreo estratificado sistemático por conglomerados; se ubicaron 5 sitios de muestreo por el método antes señalado, cada sitio represento una parcela circular de una hectárea (56.42 m de radio) para un total de 5 hectáreas muestreadas dentro del SAR, esto se logró con el apoyo de cuerdas con las medidas exactas, así como estacas metálicas para poder fijarlas (Ver fotografías de los sitios de muestreo) se realizaron las parcelas, en la cual se evaluaron cuatro unidades de muestreo secundarias (UMS) o sitios, dispuestos geométricamente en forma de una "Y" invertida con respecto al norte (Ver Imagen 43) el sitio número 1 constituyo el centro del conglomerado y los sitios 2, 3 y 4 se consideraron periféricas. La distancia del centro del sitio 1 a cada uno de los sitios restantes es de 45.14 m. El azimut para localizar los sitios 2, 3 y 4 a partir del centro del sitio 1 es de 0º, 120º y 240º respectivamente.

Imagen IV 43 Forma y tamaño de los sitios de muestreo.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 44 Forma y tamaño de los sitios de muestreo.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

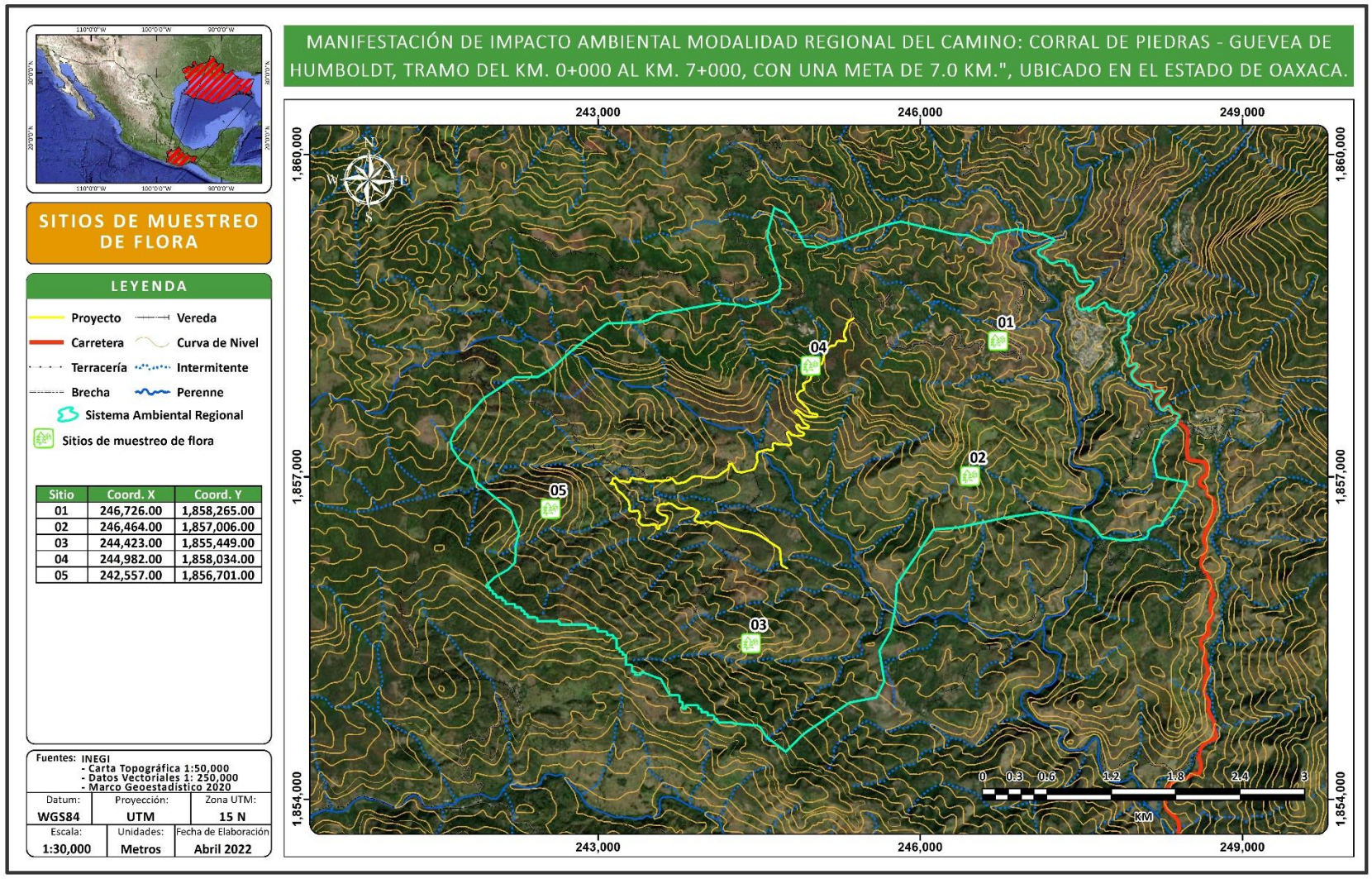
En las siguientes fotografías se observa la realización de los conglomerados de muestreo, así como de obtención de las medidas DAP y Altura, de los ejemplares encontrados dentro de los mismos.

Fotografía IV 2 Muestreo realizado para el proyecto.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 45 Sitios de Muestreo



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

ANÁLISIS DE DATOS. - La composición de especies y su diversidad fue caracterizada mediante el registró del número de familias, géneros, especies e individuos. Se calculó el índice de diversidad de Shannon, Simpson y equitatividad de Shannon; con base a los datos recopilados en campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VI escala 1 250 000, se determinó que los tipos de usos de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional son los siguientes:

- Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino
- Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino
- Urbano construido

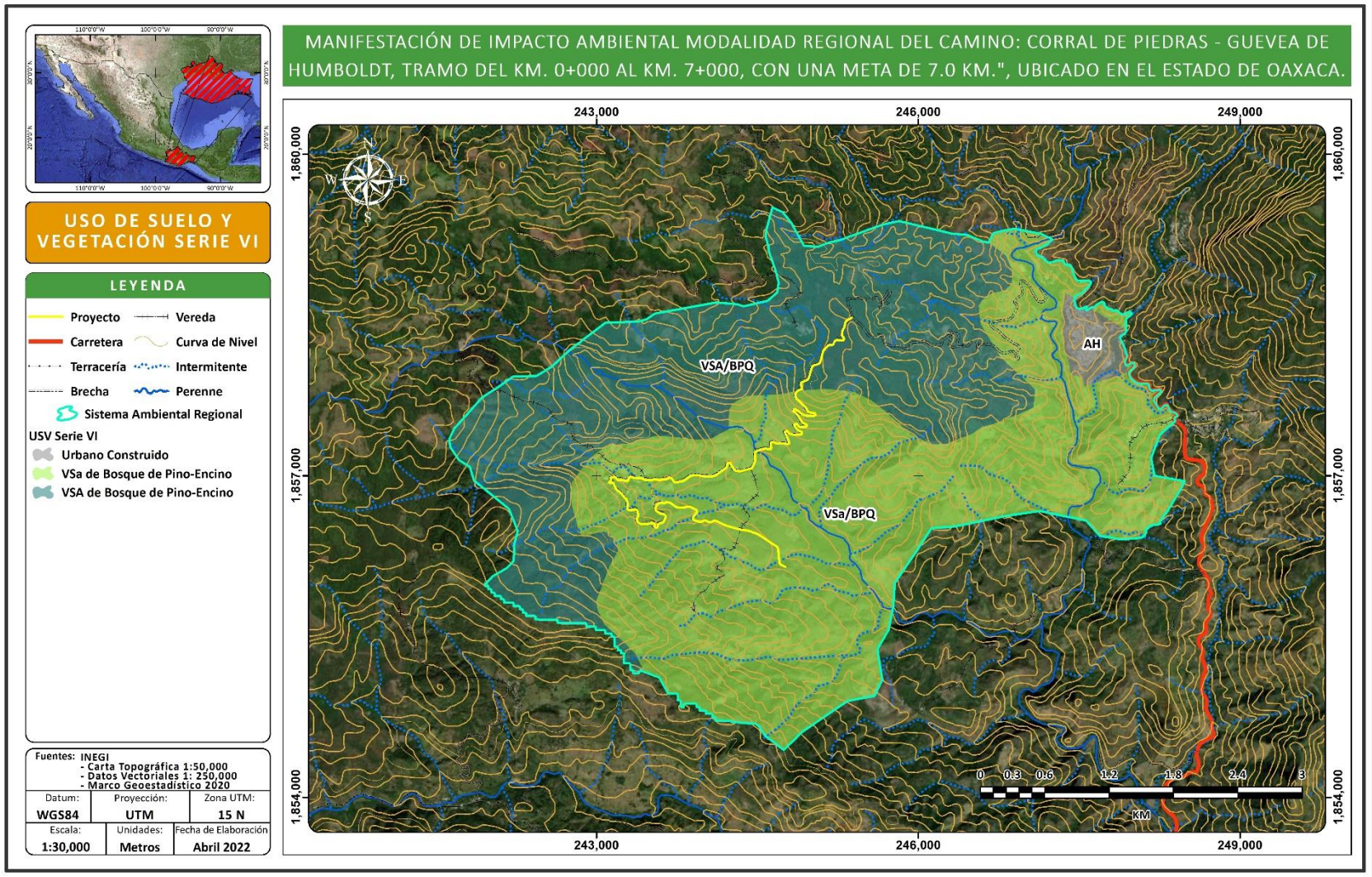
Los usos de suelo y vegetación con vocación forestal representada dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto son la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino con 1114.42 ha del total del SAR y la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino 784.54 ha. y en menor medida Urbano Construido con 34.60 ha. Lo anterior afirmado se puede corroborar en la siguiente tabla:

Tabla IV 23. Usos de suelo y vegetación ocupados en el SAR.

CLAVE UNIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA EN HECTÁREAS
VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino	784.54
VSa/BPQ	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino	1114.42
AH	Urbano Construido	34.60
	TOTAL	**1933.56**

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 46 Uso de Suelo y Vegetación presente el Sistema Ambiental Regional.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

A continuación, se realiza una descripción del tipo de uso de suelo y vegetación con vocación forestal encontrado dentro del SAR, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VI.

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO.

Comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28°C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 mm anuales. Se concentran entre los 1 200 y los 3 200 m, y se presentan en todas las exposiciones. Se establecen en sustrato ígneo y en menor proporción, sedimentario y metamórfico, sobre suelos tanto someros como profundos y rocosos principalmente cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros.

Alcanzan alturas de 8 a 35 m. Las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus spp*.) y encino (*Quercus spp*.), pero con dominancia de las primeras. Lo integran árboles perennifolios y caducifolios, con floración y fructificación variables durante todo el año. Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis, P. leiophylla var. chihuahuana, P. engelmannii, P. lawsonii, P. pseudostrobus var. apulcensis*, encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides* y *Q. scytophylla*, entre otras muchas especies de encinos.
La vegetación secundaria se define como aquel estado sucesional de la vegetación en el que hay indicios de que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente (INEGI, 2009).

Se identifica la fase sucesional que se presenta cuando la vegetación es removida o perturbada, es de los siguientes tipos:

- Arbórea
- Arbustiva
- Herbácea

Fotografía IV 3 Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino.



Este tipo de uso de suelo y vegetación se encuentra en el Norte dentro del SAR, en el cual existen especímenes característicos como *Pinus teocote, Pinus oocarpa, Pinus devoniana, Quercus glaucescens*, entre otras especies.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO.

La vegetación secundaria se define como aquel estado sucesional de la vegetación en el que hay indicios de que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente (INEGI, 2009).

Se identifica la fase sucesional que se presenta cuando la vegetación es removida o perturbada, es de los siguientes tipos:

- Arbórea
- Arbustiva
- Herbácea

Fotografía IV 4. Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.





Este tipo de uso de suelo y vegetación se encuentra en gran parte al Sur del SAR, en el cual existen especímenes característicos como *Pinus teocote, Verbesina fastigiata, Calliandra grandiflora, Muhlenbergia robusta, Agave angustifolia* entre otras especies.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN.

De la superficie total del SAR (1933.56 ha), solo se ocupará por el proyecto 13.15 ha, que representan el 0.68 % de toda la superficie del SAR, es decir que el 99.32 % del SAR no tendrá ninguna interacción ni afectación directa con las actividades del Proyecto, destacando que la movilidad de la sociedad y la economía es la que incluirá en ese espacio territorial. Se tiene que el área total ocupada por el proyecto será de 13.15 ha, de las cuales 2.32 ha pertenecen al camino existente, 10.83 ha corresponden a la superficie a afectar por el trazo del proyecto, de las cuales es Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino abarca un área del 84.01 % y se adiciona la superficie ocupada por Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino con 15.99 %.

Tabla IV 24. Resumen de vegetación de probable de afectación debido al trazo del proyecto.

TIPO DE VEGETACIÓN DEL SAR A SER AFECTADA POR EL PROYECTO	SUPERFICIE EN EL SAR (HAS)	SUP. OCUPADA POR EL TRAZO (HAS)	% DE OCUPACIÓN POR EL PROYECTO EN EL SAR
Camino actual existente	-	2.32	0.12
Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino	1114.42	9.10	0.47
Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino	784.54	1.73	0.09
Urbano Construido	34.60	-	-
Total	**1933.56**	**13.15**	**0.68**

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Cabe puntualizar que debido a la apertura del proyecto, será necesario solicitar autorización en materia de cambio de uso de suelo por una superficie de 10.83 hectáreas, la cual fue considerada de acuerdo a la definición que establece el REIA en su artículo 3 fracción I que a la letra señala: "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", así como, la definición que señala la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDDFS) en su artículo 7, inciso V) que a la letra indica: "Cambio de uso de suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales".
Por lo tanto, cabe señalar que en ambas definiciones no incluyen o descartan la vegetación secundaria para destinarla a una actividad no forestal, por lo que dicho estado sucesional de vegetación fue considerado para el proyecto en cuestión. Cabe reiterar que serán 10.83 ha de las que se solicitara autorización en cambio de uso de suelo y vegetación, como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla IV 25. Cambio Uso de Suelo.

CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE %
VSa/BP	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino	9.10	84.01
VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arborea de Bosque de Pino-Encino	1.73	15.99
Total		**10.83**	100

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Con la finalidad de conocer la composición florística del SAR y el área del trazo proyectado, como ya se ha señalado se realizaron 5 muestreos por conglomerados, el acumulado de los mismos se muestra a continuación.

Tabla IV 26. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 1.

CONGLOMERADO 1							
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	COORDENADAS		LONGITUD	246726	LATITUD	1858265
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Cuatle	7	4.2	41	A	Sin status
Asteraceae	*Baccharis heterophylla*	Escoba chica	11	1.4	10	Ar	Sin status
Anacardiaceae	*Comocladia engleriana*	Cachimbo	1	2.3	15	Ar	Sin status
Tiliaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Cuetla	15	3.8	22	Ar	Sin status
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	13	5.9	53	A	Sin status
Poaceae	*Muhlenbergia robusta*	Zacate escobillas	33	1.1	31	H	Sin status
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	41	8.7	87	A	Sin status
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Ángel	19	1.8	16	Ar	Sin status
Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Pingüica	5	2.4	24	Ar	Sin status
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Ocote	49	8.4	74	A	Sin status
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho	26	1.2	31	H	Sin status
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Espadín	8	1.4	33	Ar	Sin status
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Algarrobo	11	2.6	22	Ar	Sin status
Melastomataceae	*Miconia hemenostigma*	Miconia	12	2.3	18	Ar	Sin status
	Total		251				

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 27. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 2.

CONGLOMERADO 2							
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	COORDENADAS		LONGITUD	246464	LATITUD	1857006
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	33	8.7	87	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus pseudostrobus*	Pino lacio	28	8.3	76	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Ocote	34	8.4	74	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus acutifolia*	Aguatle	16	6.7	62	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	4	5.9	53	A	Sin status
Poaceae	*Muhlenbergia robusta*	Zacate escobillas	33	1.1	31	H	Sin status
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Angel	19	2.9	16	Ar	Sin status
Aspleniaceae	*Asplenium monanthes*	Helecho perejil	17	1.2	18	H	Sin status
Altingiaceae	*Liquidambar styraciflua*	Estorasque	2	2.7	25	A	Sin status
Asteraceae	*Ageratina adenophora*	Flor de espuma	8	1.5	11	Ar	Sin status
Poaceae	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	32	1.3	27	H	Sin status
Garryaceae	*Garrya laurifolia*	Árbol amargo	7	3.2	18	A	Sin status
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	2	4.1	42	A	Sin status
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	22	1.3	12	H	Sin status
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	4	2.8	41	A	Sin status
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pongolote	1	3.5	36	A	Sin status
Fabaceae	*Schizolobium parahyba*	Palo de judio	2	1.5	17	A	Sin status
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho	22	1.1	32	H	Sin status
	Total		286				

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 28. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 3.

CONGLOMERADO 3							
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	COORDENADAS		LONGITUD	244423	LATITUD	1855449
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	2	3.1	29	A	Sin status
Poaceae	*Andropogon gayanus*	Pasto llanero	25	1.2	21	H	Sin status
Heliconiaceae	*Heliconia collinsiana*	Platanillo	4	1.1	16	H	Sin status
Actinidiaceae	*Saurauia scabrida*	Moquillo	13	2.9	25	Ar	Sin status
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacate guinea	8	2.1	14	H	Sin status
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Verbesina	25	1.5	36	Ar	Sin status
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Ocote	36	8.6	74	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus montezumae*	Ocote	19	7.9	84	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	33	8.8	86	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus acutifolia*	Aguatle	19	7.1	62	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	7	6.4	55	A	Sin status
Asparagaceae	*Agave atrovirens*	Maguey espadín	10	1.8	49	Ar	Sin status
Poaceae	*Andropogon angustatus*	Pasto	12	1.3	23	H	Sin status
Poaceae	*Andropogon bicornis*	Cola de zorra	26	1.2	18	H	Sin status
Euphorbiaceae	*Croton draco*	Llora sangre	8	3.1	26	Ar	Sin status
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Ángel	21	1.7	19	Ar	Sin status
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Algarrobo	13	2.4	22	Ar	Sin status
	Total		281				

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 29. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 4.

CONGLOMERADO 4							
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	COORDENADAS		LONGITUD	244982	LATITUD	1858034
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	*Pinus hartwegii*	Ocote blanco	11	7.9	63	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus devoniana*	Pino blanco	8	9.2	57	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus crassifolia*	Encino	20	6.7	44	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino rojo	14	5.4	54	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	35	8.8	88	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus pseudostrobus*	Pino lacio	25	8.4	75	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Ocote	32	8.9	76	A	Sin status
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Ángel	29	1.8	22	Ar	Sin status
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Algarrobo	13	2.4	26	Ar	Sin status
Fabaceae	*Inga vera*	Chelele	2	4.7	51	A	Sin status
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Huevos de toro	3	1.4	10	Ar	Sin status
Moraceae	*Ficus insipida*	Amate	1	5.3	58	A	Sin status
Piperaceae	*Piper hispidum*	Canutillo	5	2.1	19	Ar	Sin status
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho	25	1.2	32	H	Sin status
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	39	9.6	87	A	Sin status
	Total		262				

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 30. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 5.

CONGLOMERADO 5							
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	COORDENADAS		LONGITUD	242557	LATITUD	1856701
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pinaceae	*Pinus patula*	Pino amarillo	6	8.3	74	A	Sin status
Clethraceae	*Clethra mexicana*	Aguacatillo	2	3.4	66	A	Sin status
Asteraceae	*Stevia lucida*	Hierba del aire	15	1.5	10	H	Sin status
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	34	9.1	87	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus pseudostrobus*	Pino lacio	27	8.7	78	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Ocote	30	9.4	85	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus devoniana*	Pino blanco	11	8.7	59	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus crassifolia*	Encino	22	6.5	48	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino rojo	10	5.5	67	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	9	6.7	55	A	Sin status
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Ángel	17	1.7	23	Ar	Sin status
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Algarrobo	12	2.5	28	Ar	Sin status
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Verbesina	8	1.3	38	Ar	Sin status
Poaceae	*Muhlenbergia robusta*	Zacate escobillas	28	1.1	33	H	Sin status
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Cuatle	6	3.8	42	A	Sin status
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho	25	1.1	33	H	Sin status
Asteraceae	*Ageratina adenophora*	Flor de espuma	9	1.6	12	Ar	Sin status
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	5	3.4	45	A	Sin status
	Total		276				

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN.

Para el análisis de la composición florística y valor estructural se utilizaron las siguientes ecuaciones:

El índice de Simpson (Krebs, 1998), el cual indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra sean de la misma especie, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{s} n_i\,(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

Dónde:

S: es el número de especies.

N: es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas).

ni: es el número de ejemplares por especie.

Este índice está altamente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), y su complemento (1-D) representa una medida de diversidad. El índice de Shannon, este índice mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una muestra, (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el valor máximo suele ser cercano a 5 (puede haber ecosistemas que lo superen), que indica que todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

$$H' = \sum_{i=1}^{s} pi\, log_2(pi)$$

Dónde:

S: número de especies (la riqueza de especies)

Pi: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$

ni: número de individuos de la especie i

N: número de todos los individuos de todas las especies.

La Equitatividad mide el grado de igualdad de distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura, biomasa) de las especies; el valor máximo es de 1 y ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia. La fórmula utilizada para equitatividad es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde:

H´: índice de diversidad

H'_{max} = valor máximo de D

Con la finalidad de jerarquizar la dominancia de cada especie en cada tipo de vegetación por los que atraviesa el trazo del proyecto, se utilizó el siguiente índice de valoración estructural: Índice de Valor de Importancia (IVI) (Zarco-Espinosa et al., 2010). Éste se calculó de la siguiente manera:

IVI = Dominancia relativa +

Densidad relativa +

Frecuencia relativa

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} X\ 100$$

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

El área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} X\ 100$$

Dónde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} X\ 100$$

Dónde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de sitios en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de sitios muestreados por tipo de vegetación}}$$

ANÁLISIS GENERAL POR TODO EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

De los 5 conglomerados realizados en todo el SAR se obtuvo una riqueza de 1356 individuos pertenecientes a 48 especies, correspondientes a 25 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Pinus teocote* es la que tiene la mayor altura con 9.6 metros junto a *Pinus oocarpa* con 9.4 metros y *Pinus devoniana* con 9.2 metros son las especies con mayor altura dentro del Sistema Ambiental Regional.

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 0.92, 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 3.11, 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 en el SAR del proyecto es Alta, con una Equitatividad (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) alta de 0.8, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Pinus teocote* con 31.83 y *Pinus oocarpa* con 27.71, ambas se encuentran bien representadas dentro del SAR, el primero se desarrolla bien en climas templados, pero también en climas semiáridos, pueden crecer en suelos profundos, con materia orgánica, pero también en suelos pedregosos.

Tabla IV 31. Estimación del Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.

Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia	FB	NOM-059-SEMARNAT	No. Sitios	Área Basal	Dominancia Absoluta	Densidad Absoluta	Frecuencia Absoluta	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Algarrobo	49	Ar	Sin status	4	380.13	0.006	0.036	0.049	0.554	3.614	4.878	9.05
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Espadín	8	Ar	Sin status	1	855.30	0.012	0.006	0.012	1.246	0.590	1.220	3.06
Asparagaceae	*Agave atrovirens*	Maguey espadín	10	Ar	Sin status	1	1885.75	0.027	0.007	0.012	2.748	0.737	1.220	4.70
Asteraceae	*Ageratina adenophora*	Flor de espuma	17	Ar	Sin status	2	113.10	0.002	0.013	0.024	0.165	1.254	2.439	3.86
Poaceae	*Andropogon angustatus*	Pasto	12	H	Sin status	1	415.48	0.006	0.009	0.012	0.605	0.885	1.220	2.71
Poaceae	*Andropogon bicornis*	Cola de zorra	26	H	Sin status	1	254.47	0.004	0.019	0.012	0.371	1.917	1.220	3.51
Poaceae	*Andropogon gayanus*	Pasto llanero	25	H	Sin status	1	346.36	0.005	0.018	0.012	0.505	1.844	1.220	3.57
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	9	A	Sin status	2	1590.44	0.023	0.007	0.024	2.317	0.664	2.439	5.42
Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Pingüica	5	Ar	Sin status	1	452.39	0.007	0.004	0.012	0.659	0.369	1.220	2.25
Aspleniaceae	*Asplenium monanthes*	Helecho perejil	17	H	Sin status	1	254.47	0.004	0.013	0.012	0.371	1.254	1.220	2.84
Asteraceae	*Baccharis heterophylla*	Escoba chica	11	Ar	Sin status	1	78.54	0.001	0.008	0.012	0.114	0.811	1.220	2.15
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Ángel	105	Ar	Sin status	5	201.06	0.003	0.077	0.061	0.293	7.743	6.098	14.13
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	2	A	Sin status	1	1385.45	0.020	0.001	0.012	2.019	0.147	1.220	3.39
Clethraceae	*Clethra mexicana*	Aguacatillo	2	A	Sin status	1	3421.20	0.050	0.001	0.012	4.985	0.147	1.220	6.35
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pongolote	1	A	Sin status	1	1017.88	0.015	0.001	0.012	1.483	0.074	1.220	2.78
Anacardiaceae	*Comocladia engleriana*	Cachimbo	1	Ar	Sin status	1	176.72	0.003	0.001	0.012	0.257	0.074	1.220	1.55
Euphorbiaceae	*Croton draco*	Llora sangre	8	Ar	Sin status	1	530.93	0.008	0.006	0.012	0.774	0.590	1.220	2.58
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Cuatle	13	A	Sin status	2	1320.26	0.019	0.010	0.024	1.924	0.959	2.439	5.32
Moraceae	*Ficus insipida*	Amate	1	A	Sin status	1	2642.09	0.038	0.001	0.012	3.850	0.074	1.220	5.14
Garryaceae	*Garrya laurifolia*	Árbol amargo	7	A	Sin status	1	254.47	0.004	0.005	0.012	0.371	0.516	1.220	2.11
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	2	A	Sin status	1	660.52	0.010	0.001	0.012	0.962	0.147	1.220	2.33
Heliconiaceae	*Heliconia collinsiana*	Platanillo	4	H	Sin status	1	201.06	0.003	0.003	0.012	0.293	0.295	1.220	1.81
Tiliaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Cuetla	15	Ar	Sin status	1	380.13	0.006	0.011	0.012	0.554	1.106	1.220	2.88
Fabaceae	*Inga vera*	Chelele	2	A	Sin status	1	2042.83	0.030	0.001	0.012	2.976	0.147	1.220	4.34
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	22	H	Sin status	1	113.10	0.002	0.016	0.012	0.165	1.622	1.220	3.01
Altingiaceae	*Liquidambar styraciflua*	Estorasque	2	A	Sin status	1	490.88	0.007	0.001	0.012	0.715	0.147	1.220	2.08
Melastomataceae	*Miconia hemenostigma*	Miconia	12	Ar	Sin status	1	254.47	0.004	0.009	0.012	0.371	0.885	1.220	2.48

Poaceae	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	32	H	Sin status	1	572.56	0.008	0.024	0.012	0.834	2.360	1.220	4.41
Poaceae	*Muhlenbergia robusta*	Zacate escobillas	94	H	Sin status	3	855.30	0.012	0.069	0.037	1.246	6.932	3.659	11.84
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacate guinea	8	H	Sin status	1	153.94	0.002	0.006	0.012	0.224	0.590	1.220	2.03
Pinaceae	*Pinus devoniana*	Pino blanco	19	A	Sin status	2	2551.76	0.037	0.014	0.024	3.718	1.401	2.439	7.56
Pinaceae	*Pinus hartwegii*	Ocote blanco	11	A	Sin status	1	3117.25	0.045	0.008	0.012	4.542	0.811	1.220	6.57
Pinaceae	*Pinus montezumae*	Ocote	19	A	Sin status	1	5541.78	0.081	0.014	0.012	8.075	1.401	1.220	10.70
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Ocote	181	A	Sin status	5	5674.52	0.083	0.133	0.061	8.268	13.348	6.098	27.71
Pinaceae	*Pinus patula*	Pino amarillo	6	A	Sin status	1	4300.85	0.063	0.004	0.012	6.267	0.442	1.220	7.93
Pinaceae	*Pinus pseudostrobus*	Pino lacio	80	A	Sin status	3	4778.37	0.070	0.059	0.037	6.962	5.900	3.659	16.52
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	215	A	Sin status	6	5944.69	0.087	0.159	0.073	8.662	15.855	7.317	31.83
Piperaceae	*Piper hispidum*	Canutillo	5	Ar	Sin status	1	283.53	0.004	0.004	0.012	0.413	0.369	1.220	2.00
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho	98	H	Sin status	4	804.25	0.012	0.072	0.049	1.172	7.227	4.878	13.28
Fagaceae	*Quercus acutifolia*	Aguatle	35	A	Sin status	2	3019.08	0.044	0.026	0.024	4.399	2.581	2.439	9.42
Fagaceae	*Quercus crassifolia*	Encino	42	A	Sin status	2	1520.53	0.022	0.031	0.024	2.215	3.097	2.439	7.75
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino rojo	24	A	Sin status	2	3525.66	0.051	0.018	0.024	5.137	1.770	2.439	9.35
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	33	A	Sin status	4	2375.84	0.035	0.024	0.049	3.462	2.434	4.878	10.77
Actinidiaceae	*Saurauia scabrida*	Moquillo	13	Ar	Sin status	1	490.88	0.007	0.010	0.012	0.715	0.959	1.220	2.89
Fabaceae	*Schizolobium parahyba*	Palo de judio	2	A	Sin status	1	226.98	0.003	0.001	0.012	0.331	0.147	1.220	1.70
Asteraceae	*Stevia lucida*	Hierba del aire	15	H	Sin status	1	78.54	0.001	0.011	0.012	0.114	1.106	1.220	2.44
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Huevos de toro	3	Ar	Sin status	1	78.54	0.001	0.002	0.012	0.114	0.221	1.220	1.56
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Verbesina	33	Ar	Sin status	2	1017.88	0.015	0.024	0.024	1.483	2.434	2.439	6.36

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 32. Relación de índices del Sistema Ambiental Regional.

CONCEPTO	RESULTADO
Especies	48
Individuos	1356
Dominancia	0.07015
Índice de Simpson	0.9299
Índice de Shannon	3.117
Equitatividad	0.8051

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

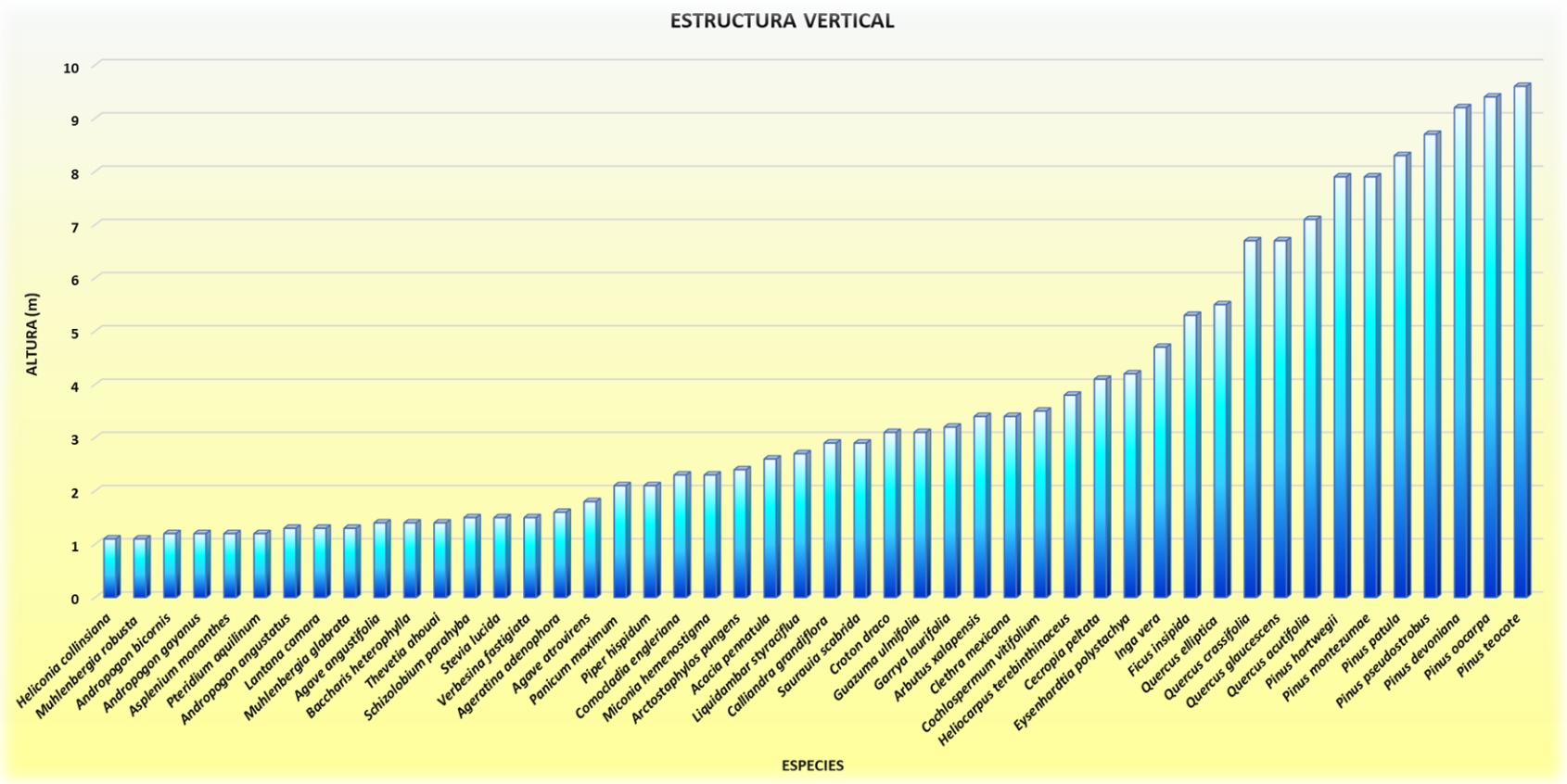
Tabla IV 33. Estructura vertical del Sistema Ambiental Regional.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA	ALTURA (m)	DAP Y /O LONGITUD (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Heliconiaceae	*Heliconia collinsiana*	Platanillo	4	1.1	16	H	Sin status
Poaceae	*Muhlenbergia robusta*	Zacate escobillas	94	1.1	33	H	Sin status
Poaceae	*Andropogon bicornis*	Cola de zorra	26	1.2	18	H	Sin status
Poaceae	*Andropogon gayanus*	Pasto llanero	25	1.2	21	H	Sin status
Aspleniaceae	*Asplenium monanthes*	Helecho perejil	17	1.2	18	H	Sin status
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho	98	1.2	32	H	Sin status
Poaceae	*Andropogon angustatus*	Pasto	12	1.3	23	H	Sin status
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	22	1.3	12	H	Sin status
Poaceae	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	32	1.3	27	H	Sin status
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Espadín	8	1.4	33	Ar	Sin status
Asteraceae	*Baccharis heterophylla*	Escoba chica	11	1.4	10	Ar	Sin status
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Huevos de toro	3	1.4	10	Ar	Sin status
Fabaceae	*Schizolobium parahyba*	Palo de judio	2	1.5	17	A	Sin status
Asteraceae	*Stevia lucida*	Hierba del aire	15	1.5	10	H	Sin status
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Verbesina	33	1.5	36	Ar	Sin status
Asteraceae	*Ageratina adenophora*	Flor de espuma	17	1.6	12	Ar	Sin status
Asparagaceae	*Agave atrovirens*	Maguey espadín	10	1.8	49	Ar	Sin status
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacate guinea	8	2.1	14	H	Sin status
Piperaceae	*Piper hispidum*	Canutillo	5	2.1	19	Ar	Sin status
Anacardiaceae	*Comocladia engleriana*	Cachimbo	1	2.3	15	Ar	Sin status
Melastomataceae	*Miconia hemenostigma*	Miconia	12	2.3	18	Ar	Sin status
Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Pingüica	5	2.4	24	Ar	Sin status
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Algarrobo	49	2.6	22	Ar	Sin status
Altingiaceae	*Liquidambar styraciflua*	Estorasque	2	2.7	25	A	Sin status
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Ángel	105	2.9	16	Ar	Sin status
Actinidiaceae	*Saurauia scabrida*	Moquillo	13	2.9	25	Ar	Sin status
Euphorbiaceae	*Croton draco*	Llora sangre	8	3.1	26	Ar	Sin status
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	2	3.1	29	A	Sin status
Garryaceae	*Garrya laurifolia*	Árbol amargo	7	3.2	18	A	Sin status
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	9	3.4	45	A	Sin status
Clethraceae	*Clethra mexicana*	Aguacatillo	2	3.4	66	A	Sin status
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pongolote	1	3.5	36	A	Sin status
Tiliaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Cuetla	15	3.8	22	Ar	Sin status
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	2	4.1	42	A	Sin status
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Cuatle	13	4.2	41	A	Sin status
Fabaceae	*Inga vera*	Chelele	2	4.7	51	A	Sin status
Moraceae	*Ficus insipida*	Amate	1	5.3	58	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino rojo	24	5.5	67	A	Sin status

Fagaceae	*Quercus crassifolia*	Encino	42	6.7	44	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	33	6.7	55	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus acutifolia*	Aguatle	35	7.1	62	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus hartwegii*	Ocote blanco	11	7.9	63	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus montezumae*	Ocote	19	7.9	84	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus patula*	Pino amarillo	6	8.3	74	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus pseudostrobus*	Pino lacio	80	8.7	78	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus devoniana*	Pino blanco	19	9.2	57	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Ocote	181	9.4	85	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	215	9.6	87	A	Sin status

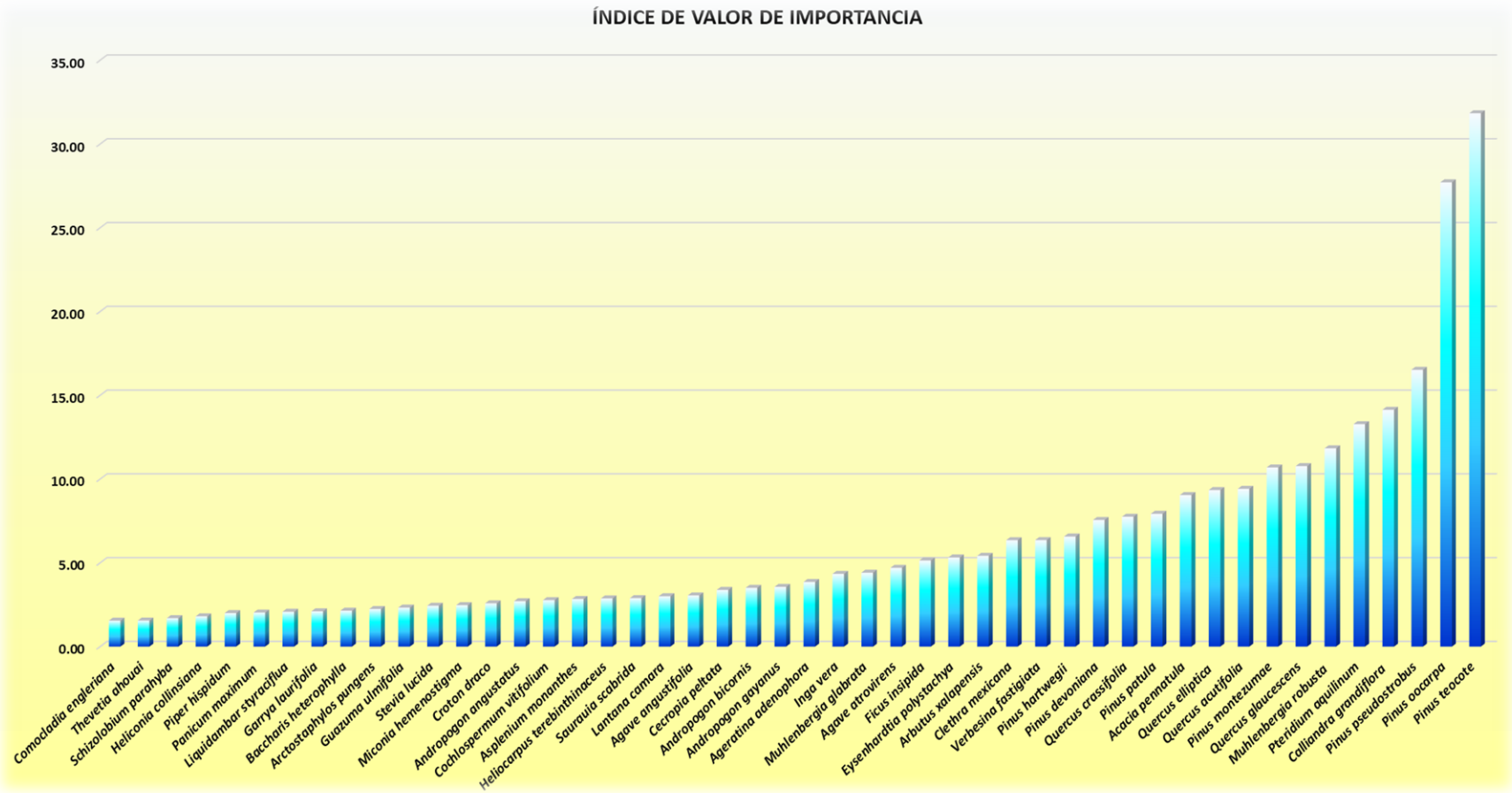
FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Gráfica IV 11. Estructura Vertical del Sistema Ambiental Regional.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Gráfica IV 12 Índice de Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

ANÁLISIS POR TIPO DE VEGETACIÓN.

A continuación, se realiza el análisis correspondiente por tipo de Uso de suelo y Vegetación encontrado en el SAR.

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO.

En este tipo de vegetación se encontró una riqueza de 818 individuos pertenecientes a 37 especies, 29 géneros y 21 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Pinus teocote* con 8.8 metros es el que ocupa la primera posición en este sentido, seguido de *Pinus oocarpa* con 8.6 metros y *Pinus pseudostrobus* con 8.3 metros.

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 0.93, 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 3.07 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 en este uso de suelo del proyecto es Media, con una Equitatividad Alta (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.85, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Finalmente, el Índice Valor de Importancia más alto lo presenta *Pinus teocote* con 32.75, *Pinus oocarpa* con 30.7 y *Pinus montezumae* con 17.29.

Tabla IV 34 Estimación del Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.

Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia	FB	NOM-059-SEMARNAT	No. Sitios	Área Basal	Dominancia Absoluta	Densidad Absoluta	Frecuencia Absoluta	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Algarrobo	24	Ar	Sin estatus	2	380.13	0.009	0.0293	0.041	0.887	2.934	4.082	7.90
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Espadín	8	Ar	Sin status	1	855.30	0.020	0.0098	0.020	1.995	0.978	2.041	5.01
Asparagaceae	*Agave atrovirens*	Maguey espadín	10	Ar	Sin status	1	1885.75	0.044	0.0122	0.020	4.398	1.222	2.041	7.66
Asteraceae	*Ageratina adenophora*	Flor de espuma	8	Ar	Sin status	1	95.03	0.002	0.0098	0.020	0.222	0.978	2.041	3.24
Poaceae	*Andropogon angustatus*	Pasto	12	H	Sin status	1	415.48	0.010	0.0147	0.020	0.969	1.467	2.041	4.48
Poaceae	*Andropogon bicornis*	Cola de zorra	26	H	Sin status	1	254.47	0.006	0.0318	0.020	0.593	3.178	2.041	5.81
Poaceae	*Andropogon gayanus*	Pasto llanero	25	H	Sin status	1	346.36	0.008	0.0306	0.020	0.808	3.056	2.041	5.90
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	4	A	Sin status	1	1320.26	0.031	0.0049	0.020	3.079	0.489	2.041	5.61
Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Pingüica	5	Ar	Sin status	1	452.39	0.011	0.0061	0.020	1.055	0.611	2.041	3.71
Aspleniaceae	*Asplenium monanthes*	Helecho perejil	17	H	Sin status	1	254.47	0.006	0.0208	0.020	0.593	2.078	2.041	4.71
Asteraceae	*Baccharis heterophylla*	Escoba chica	11	Ar	Sin status	1	78.54	0.002	0.0134	0.020	0.183	1.345	2.041	3.57
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Angel	59	Ar	Sin status	3	201.06	0.005	0.0721	0.061	0.469	7.213	6.122	13.80
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	2	A	Sin status	1	1385.45	0.032	0.0024	0.020	3.231	0.244	2.041	5.52
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pongolote	1	A	Sin status	1	1017.88	0.024	0.0012	0.020	2.374	0.122	2.041	4.54
Anacardiaceae	*Comocladia engleriana*	Cachimbo	1	Ar	Sin status	1	176.72	0.004	0.0012	0.020	0.412	0.122	2.041	2.58
Euphorbiaceae	*Croton draco*	Llora sangre	8	Ar	Sin status	1	530.93	0.012	0.0098	0.020	1.238	0.978	2.041	4.26
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Cuatle	7	A	Sin status	1	1320.26	0.031	0.0086	0.020	3.079	0.856	2.041	5.98
Garryaceae	*Garrya laurifolia*	Árbol amargo	7	A	Sin status	1	254.47	0.006	0.0086	0.020	0.593	0.856	2.041	3.49
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	2	A	Sin status	1	660.52	0.015	0.0024	0.020	1.540	0.244	2.041	3.83
Heliconiaceae	*Heliconia collinsiana*	Platanillo	4	H	Sin status	1	201.06	0.005	0.0049	0.020	0.469	0.489	2.041	3.00
Tiliaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Cuetla	15	Ar	Sin status	1	380.13	0.009	0.0183	0.020	0.887	1.834	2.041	4.76
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	22	H	Sin status	1	113.10	0.003	0.0269	0.020	0.264	2.689	2.041	4.99
Altingiaceae	*Liquidambar styraciflua*	Estorasque	2	A	Sin status	1	490.88	0.011	0.0024	0.020	1.145	0.244	2.041	3.43
Melastomataceae	*Miconia hemenostigma*	Miconia	12	Ar	Sin status	1	254.47	0.006	0.0147	0.020	0.593	1.467	2.041	4.10
Poaceae	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	32	H	Sin status	1	572.56	0.013	0.0391	0.020	1.335	3.912	2.041	7.29
Poaceae	*Muhlenbergia robusta*	Zacate escobillas	66	H	Sin status	2	754.77	0.018	0.0807	0.041	1.760	8.068	4.082	13.91

Poaceae	*Panicum maximum*	Zacate guinea	8	H	Sin status	1	153.94	0.004	0.0098	0.020	0.359	0.978	2.041	3.38
Pinaceae	*Pinus montezumae*	Ocote	19	A	Sin status	1	5541.78	0.129	0.0232	0.020	12.924	2.323	2.041	17.29
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Ocote	119	A	Sin status	3	4300.85	0.100	0.1455	0.061	10.030	14.548	6.122	30.70
Pinaceae	*Pinus pseudostrobus*	Pino lacio	28	A	Sin status	1	4536.47	0.106	0.0342	0.020	10.580	3.423	2.041	16.04
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	107	A	Sin status	3	5808.82	0.135	0.1308	0.061	13.547	13.081	6.122	32.75
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho	48	H	Sin status	2	754.77	0.018	0.0587	0.041	1.760	5.868	4.082	11.71
Fagaceae	*Quercus acutifolia*	Aguatle	35	A	Sin status	2	3019.08	0.070	0.0428	0.041	7.041	4.279	4.082	15.40
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	24	A	Sin status	3	2375.84	0.055	0.0293	0.061	5.541	2.934	6.122	14.60
Actinidiaceae	*Saurauia scabrida*	Moquillo	13	Ar	Sin status	1	490.88	0.011	0.0159	0.020	1.145	1.589	2.041	4.77
Fabaceae	*Schizolobium parahyba*	Palo de judio	2	A	Sin status	1	226.98	0.005	0.0024	0.020	0.529	0.244	2.041	2.81
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Verbesina	25	Ar	Sin status	1	1017.88	0.024	0.0306	0.020	2.374	3.056	2.041	7.47

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 35 Relación de índices de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.

CONCEPTO	RESULTADO
Especies	37
Individuos	818
Dominancia	0.06625
Índice de Simpson	0.9338
Índice de Shannon	3.074
Equitatividad	0.8512

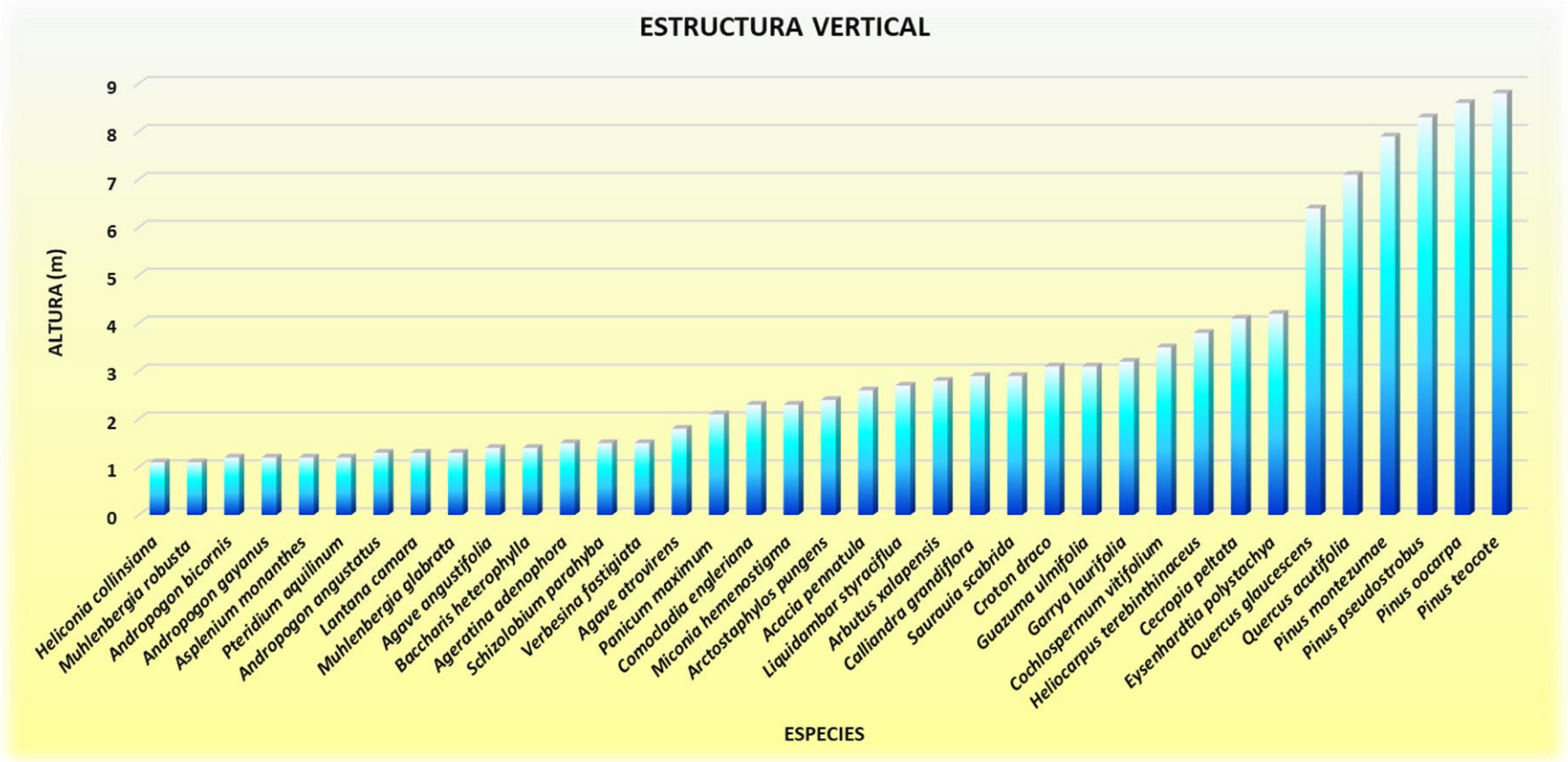
FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 36 Estructura vertical de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA	ALTURA (m)	DAP Y /O LONGITUD (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Heliconiaceae	*Heliconia collinsiana*	Platanillo	4	1.1	16	H	Sin status
Poaceae	*Muhlenbergia robusta*	Zacate escobillas	66	1.1	31	H	Sin status
Poaceae	*Andropogon bicornis*	Cola de zorra	26	1.2	18	H	Sin status
Poaceae	*Andropogon gayanus*	Pasto llanero	25	1.2	21	H	Sin status
Aspleniaceae	*Asplenium monanthes*	Helecho perejil	17	1.2	18	H	Sin status
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho	48	1.2	31	H	Sin status
Poaceae	*Andropogon angustatus*	Pasto	12	1.3	23	H	Sin status
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	22	1.3	12	H	Sin status
Poaceae	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	32	1.3	27	H	Sin status
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Espadín	8	1.4	33	Ar	Sin status
Asteraceae	*Baccharis heterophylla*	Escoba chica	11	1.4	10	Ar	Sin status
Asteraceae	*Ageratina adenophora*	Flor de espuma	8	1.5	11	Ar	Sin status
Fabaceae	*Schizolobium parahyba*	Palo de judío	2	1.5	17	A	Sin status
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Verbesina	25	1.5	36	Ar	Sin status
Asparagaceae	*Agave atrovirens*	Maguey espadín	10	1.8	49	Ar	Sin status
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacate guinea	8	2.1	14	H	Sin status
Anacardiaceae	*Comocladia engleriana*	Cachimbo	1	2.3	15	Ar	Sin status
Melastomataceae	*Miconia hemenostigma*	Miconia	12	2.3	18	Ar	Sin status
Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Pingüica	5	2.4	24	Ar	Sin status
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Algarrobo	24	2.6	22	Ar	Sin status
Altingiaceae	*Liquidambar styraciflua*	Estorasque	2	2.7	25	A	Sin status
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	4	2.8	41	A	Sin status
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Angel	59	2.9	16	Ar	Sin status
Actinidiaceae	*Saurauia scabrida*	Moquillo	13	2.9	25	Ar	Sin status
Euphorbiaceae	*Croton draco*	Llora sangre	8	3.1	26	Ar	Sin status
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	2	3.1	29	A	Sin status
Garryaceae	*Garrya laurifolia*	Árbol amargo	7	3.2	18	A	Sin status
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pongolote	1	3.5	36	A	Sin status
Tiliaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Cuetla	15	3.8	22	Ar	Sin status
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	2	4.1	42	A	Sin status
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Cuatle	7	4.2	41	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	24	6.4	55	A	Sin status
Fagaceae	*Quercus acutifolia*	Aguatle	35	7.1	62	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus montezumae*	Ocote	19	7.9	84	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus pseudostrobus*	Pino lacio	28	8.3	76	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Ocote	119	8.6	74	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	107	8.8	86	A	Sin status

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Gráfica IV 13 Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Gráfica IV 14 Índice de Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO.

En este tipo de vegetación se encontró una riqueza de 538 individuos pertenecientes a 23 especies, 16 géneros y 11 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Pinus teocote* con 9.6 metros es el que ocupa la primera posición en este sentido le sigue *Pinus oocarpa* con 9.4 metros y *Pinus devoniana* con 9.2 metros.

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 0.90, 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 2.62 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 en este uso de suelo del proyecto es Media, con una Equitatividad Alta (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.83, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Finalmente, el Índice Valor de Importancia más alto lo presenta *Pinus teocote* con 41.24 y *Pinus oocarpa* 29.11, las especies anteriores son características de este ecosistema.

Tabla IV 37. Estimación del Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino.

Familia	Especie	Nombre Común	Frecuencia	FB	NOM-059-SEMARNAT	No. Sitios	Área Basal	Dominancia Absoluta	Densidad Absoluta	Frecuencia Absoluta	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Algarrobo	25	Ar	Sin status	2	615.75	0.013	0.046	0.061	1.251	4.647	6.061	11.96
Asteraceae	*Ageratina adenophora*	Flor de espuma	9	Ar	Sin status	1	113.10	0.002	0.017	0.030	0.230	1.673	3.030	4.93
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	5	A	Sin status	1	1590.44	0.032	0.009	0.030	3.232	0.929	3.030	7.19
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Angel	46	Ar	Sin status	2	380.13	0.008	0.086	0.061	0.772	8.550	6.061	15.38
Clethraceae	*Clethra mexicana*	Aguacatillo	2	A	Sin status	1	3421.20	0.070	0.004	0.030	6.952	0.372	3.030	10.35
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Cuatle	6	A	Sin status	1	1385.45	0.028	0.011	0.030	2.815	1.115	3.030	6.96
Moraceae	*Ficus insipida*	Amate	1	A	Sin status	1	2642.09	0.054	0.002	0.030	5.368	0.186	3.030	8.58
Fabaceae	*Inga vera*	Chelele	2	A	Sin status	1	2042.83	0.042	0.004	0.030	4.151	0.372	3.030	7.55
Poaceae	*Muhlenbergia robusta*	Zacate escobillas	28	H	Sin status	1	855.30	0.017	0.052	0.030	1.738	5.204	3.030	9.97
Pinaceae	*Pinus devoniana*	Pino blanco	19	A	Sin status	2	2551.76	0.052	0.035	0.061	5.185	3.532	6.061	14.78
Pinaceae	*Pinus hartwegii*	Ocote blanco	11	A	Sin status	1	3117.25	0.063	0.020	0.030	6.334	2.045	3.030	11.41
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Ocote	62	A	Sin status	2	5674.52	0.115	0.115	0.061	11.530	11.524	6.061	29.11
Pinaceae	*Pinus patula*	Pino amarillo	6	A	Sin status	1	4300.85	0.087	0.011	0.030	8.739	1.115	3.030	12.88
Pinaceae	*Pinus pseudostrobus*	Pino lacio	52	A	Sin status	2	4778.37	0.097	0.097	0.061	9.709	9.665	6.061	25.44
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	108	A	Sin status	3	5944.69	0.121	0.201	0.091	12.079	20.074	9.091	41.24
Piperaceae	*Piper hispidum*	Canutillo	5	Ar	Sin status	1	283.53	0.006	0.009	0.030	0.576	0.929	3.030	4.54
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho	50	H	Sin status	2	804.25	0.016	0.093	0.061	1.634	9.294	6.061	16.99
Fagaceae	*Quercus crassifolia*	Encino	42	A	Sin status	2	1520.53	0.031	0.078	0.061	3.090	7.807	6.061	16.96
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino rojo	24	A	Sin status	2	3525.66	0.072	0.045	0.061	7.164	4.461	6.061	17.69
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	9	A	Sin status	1	2375.84	0.048	0.017	0.030	4.827	1.673	3.030	9.53
Asteraceae	*Stevia lucida*	Hierba del aire	15	H	Sin status	1	78.54	0.002	0.028	0.030	0.160	2.788	3.030	5.98
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Huevos de toro	3	Ar	Sin status	1	78.54	0.002	0.006	0.030	0.160	0.558	3.030	3.75
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Verbesina	8	Ar	Sin status	1	1134.12	0.023	0.015	0.030	2.304	1.487	3.030	6.82

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 38. Relación de índices de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino.

CONCEPTO	RESULTADO
Especies	23
Individuos	538
Dominancia	0.09553
Índice de Simpson	0.9045
Índice de Shannon	2.629
Equitatividad	0.8384

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

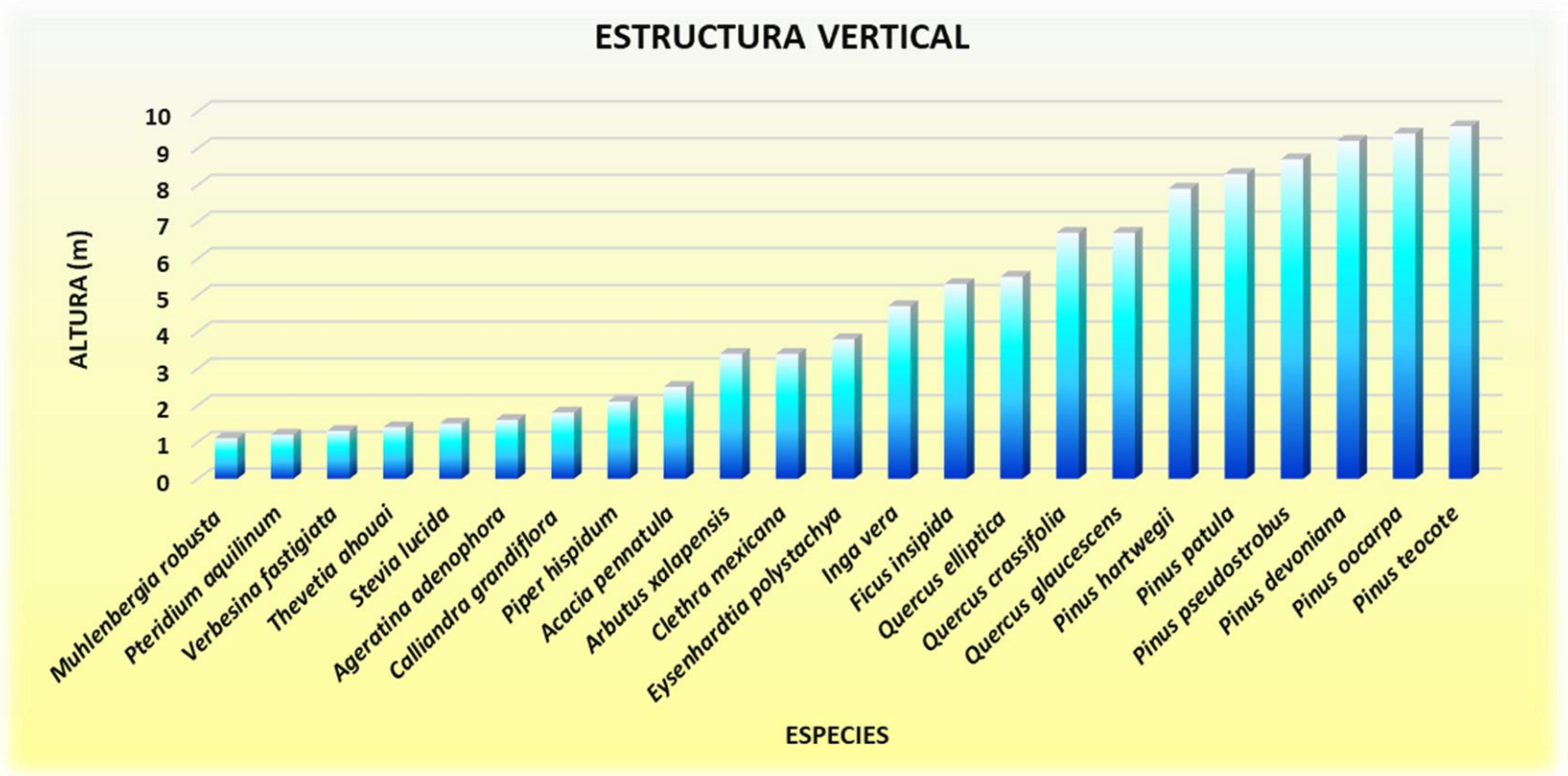
Tabla IV 39. Estructura vertical de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA	ALTURA (m)	DAP Y /O LONGITUD (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Poaceae	Muhlenbergia robusta	Zacate escobillas	28	1.1	33	H	Sin status
Dennstaedtiaceae	Pteridium aquilinum	Helecho	50	1.2	32	H	Sin status
Asteraceae	Verbesina fastigiata	Verbesina	8	1.3	38	Ar	Sin status
Apocynaceae	Thevetia ahouai	Huevos de toro	3	1.4	10	Ar	Sin status
Asteraceae	Stevia lucida	Hierba del aire	15	1.5	10	H	Sin status
Asteraceae	Ageratina adenophora	Flor de espuma	9	1.6	12	Ar	Sin status
Fabaceae	Calliandra grandiflora	Cabellos de Angel	46	1.8	22	Ar	Sin status
Piperaceae	Piper hispidum	Canutillo	5	2.1	19	Ar	Sin status
Fabaceae	Acacia pennatula	Algarrobo	25	2.5	28	Ar	Sin status
Ericaceae	Arbutus xalapensis	Madroño	5	3.4	45	A	Sin status
Clethraceae	Clethra mexicana	Aguacatillo	2	3.4	66	A	Sin status
Fabaceae	Eysenhardtia polystachya	Cuatle	6	3.8	42	A	Sin status
Fabaceae	Inga vera	Chelele	2	4.7	51	A	Sin status
Moraceae	Ficus insipida	Amate	1	5.3	58	A	Sin status
Fagaceae	Quercus elliptica	Encino rojo	24	5.5	67	A	Sin status
Fagaceae	Quercus crassifolia	Encino	42	6.7	44	A	Sin status
Fagaceae	Quercus glaucescens	Encino amarillo	9	6.7	55	A	Sin status
Pinaceae	Pinus hartwegii	Ocote blanco	11	7.9	63	A	Sin status
Pinaceae	Pinus patula	Pino amarillo	6	8.3	74	A	Sin status
Pinaceae	Pinus pseudostrobus	Pino lacio	52	8.7	78	A	Sin status
Pinaceae	Pinus devoniana	Pino blanco	19	9.2	57	A	Sin status

Pinaceae	Pinus oocarpa	Ocote	62	9.4	85	A	Sin status
Pinaceae	Pinus teocote	Pino azteca	108	9.6	87	A	Sin status

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Gráfica IV 15 Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Gráfica IV 16 Índice de Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto:

Fotografía IV 5. Condiciones ambientales “Florísticas” en las que se encuentra la zona del proyecto.





En las imágenes se observa elementos de *Eysenhardtia polystachya* y *Baccharis heterophylla* las cuales domina el área del proyecto y SAR.





***Pinus teocote* es la especie arbórea más dominante dentro del SAR.**





En la imagen se observan individuos de *Quercus glaucescens* es una especie que cuenta con buena distribución en el área del proyecto y el SAR.





***Muhlenbergia robusta* y *Calliandra grandiflora* es una especie que se le encontró bien representada dentro del SAR del proyecto en la parte de Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino.**





***Miconia hemenostigma* es un arbusto recurrente dentro del SAR, así como *Liquidambar styraciflua* este último es un árbol pionero, heliófilo, invasor de los Bosques templados,**





Se observa un individuo de la especie *Arbutus xalapensis*, *Agave atrovirens* y Lantana cámara especies dominantes en el estrato arbustivo y herbáceo.





En la imagen se observan individuos de *Pinus oocarpa* los cuales se encuentran en las proximidades al sitio del proyecto y en el SAR y es apreciada en la región, ya que es utilizada para la construcción en general, muebles, artesanías, etc.





En buena parte del SAR, se encuentra distribuida la especie *Pinus montezumae*



***Pinus patula* especie que se encontró de manera recurrente dentro de la Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino del SAR.**



***Pteridium aquilinum* es una especie dominante en el estrato herbáceo del SAR**



***Quercus acutifolia* cuenta con buena representación dentro del estrato arbóreo del SAR del proyecto.**



***Quercus crassifolia* es una especie multiusos apreciado por su leña para combustible.**



***Guazuma ulmifolia* se encontró como cerco vivo a los terrenos agrícolas del SAR.**



***Heliocarpus terebinthinaceus* es una especie arbustiva que se encontró en las proximidades al proyecto.**

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Es importante señalar que las condiciones ambientales del Sistema Ambiental Regional son de un limitado grado de conservación, en lo que respecta a sitios cercanos al proyecto se localizaron condiciones de perturbación, debido a las actividades antrópicas, como la agricultura. Con la evidencia fotográfica descrita anteriormente es factible considerar el desarrollo del proyecto, ya que, no existirá remoción vegetal significativa por la realización de este, así como también es importante resaltar que el beneficio relacionado con la construcción de una ampliación de un tramo carretero contribuye a evitar accidentes en la Región.

ESPECIES SUJETAS A AFECTACIÓN DEBIDO AL PROYECTO.

Como ya se ha señalado, solo existirá remoción de algunos elementos vegetales que se encuentran debido a la realización del proyecto, los cuales se muestran a continuación.

En la siguiente tabla e imagen se observa el derribo que existirá del KM. 0+000 AL KM. 1+000.

Tabla IV 40 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 0+000 AL KM. 1+000.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	15	8.8	86	A	Sin estatus
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	21	6.4	55	A	Sin estatus
Altingiaceae	*Liquidambar styraciflua*	Estorasque	6	2.7	25	A	Sin estatus
Urticaceae	*Cecropia peltata*	Guarumbo	2	4.1	42	A	Sin estatus
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	4	2.8	41	A	Sin estatus
Asteraceae	*Ageratina adenophora*	Flor de espuma	9	1.5	11	Ar	Sin estatus
Asparagaceae	*Agave atrovirens*	Maguey espadín	12	1.8	49	Ar	Sin estatus
Actinidiaceae	*Saurauia scabrida*	Moquillo	25	2.9	25	Ar	Sin estatus
Heliconiaceae	*Heliconia collinsiana*	Platanillo	4	1.1	16	H	Sin estatus
Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho	22	1.1	32	H	Sin estatus
Poaceae	*Muhlenbergia glabrata*	Liendrilla lisa	32	1.3	27	H	Sin estatus
Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	22	1.5	12	H	Sin estatus
Asteraceae	*Tagetes lucida*	Pericón	13	1.2	12	H	Sin estatus
	Total		187				

Donde:

FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 41 Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 0+000 AL KM. 1+000.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	48
Arbustivo	46
Herbáceo	93
TOTAL	187

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Fotografía IV 6. Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 0+000 AL KM. 1+000.

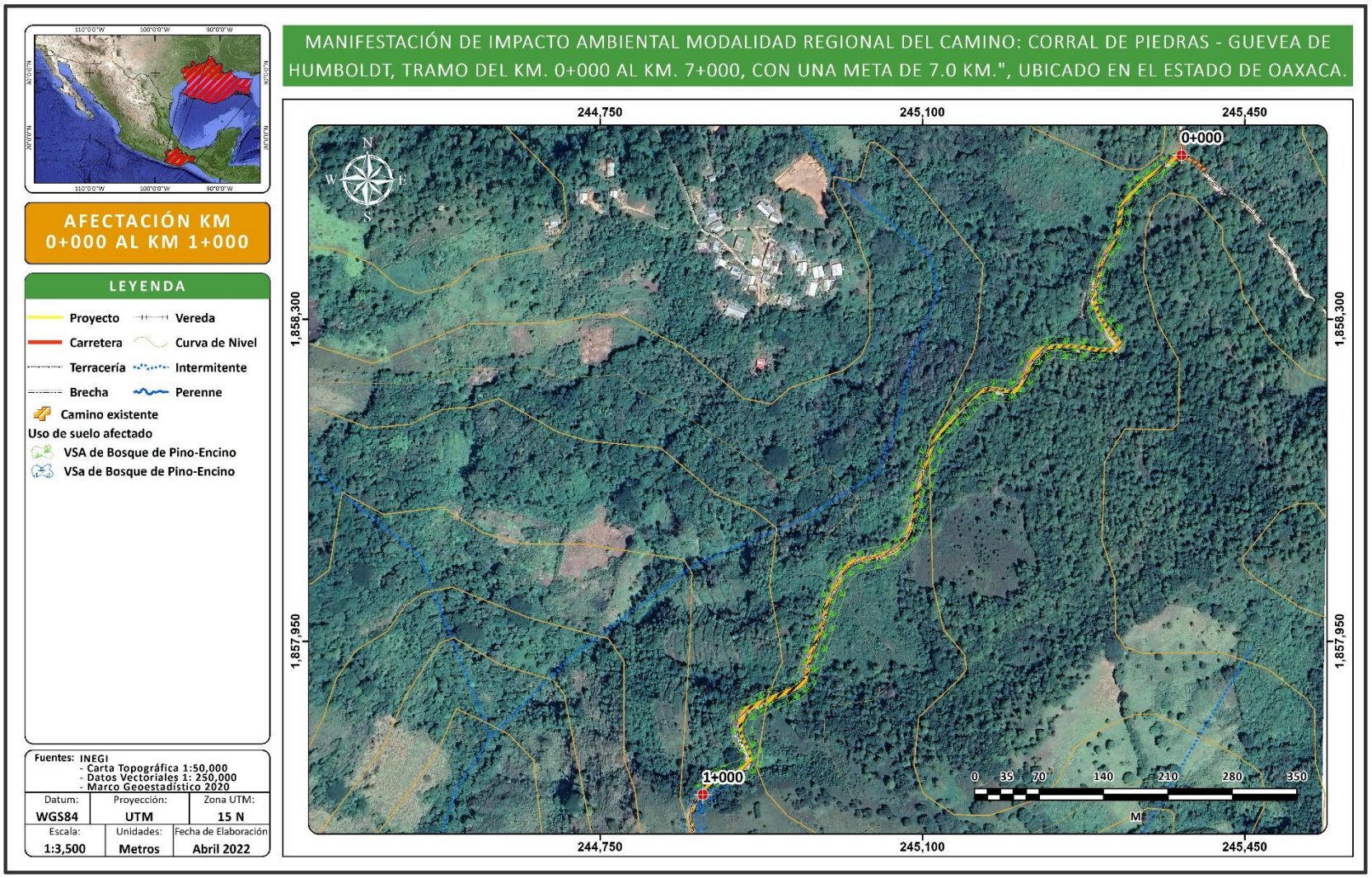





En esta parte del proyecto existirá remoción de algunos árboles de las especies *Pinus teocote, Pteridium aquilinum, Saurauia scabrida* entre otras.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 47. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 0+000 ALKM. 1+000.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 42 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 1+000 AL KM. 2+000.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fagaceae	Quercus glaucescens	Encino amarillo	8	6.7	55	A	Sin status
Pinaceae	Pinus teocote	Pino azteca	7	9.1	87	A	Sin status
Pinaceae	Pinus oocarpa	Ocote	5	9.4	85	A	Sin status
Altingiaceae	Liquidambar styraciflua	Estorasque	1	2.7	25	A	Sin status
Garryaceae	Garrya laurifolia	Árbol amargo	5	3.2	18	A	Sin status
Fabaceae	Calliandra grandiflora	Cabellos de Angel	31	1.8	22	Ar	Sin status
Asparagaceae	Agave atrovirens	Maguey espadín	18	1.8	49	Ar	Sin status
Dennstaedtiaceae	Pteridium aquilinum	Helecho	25	1.1	32	H	Sin status
Poaceae	Muhlenbergia glabrata	Liendrilla lisa	27	1.3	27	H	Sin status
	Total		127				

Donde:

FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 43 Total de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 1+000 AL KM. 2+000.

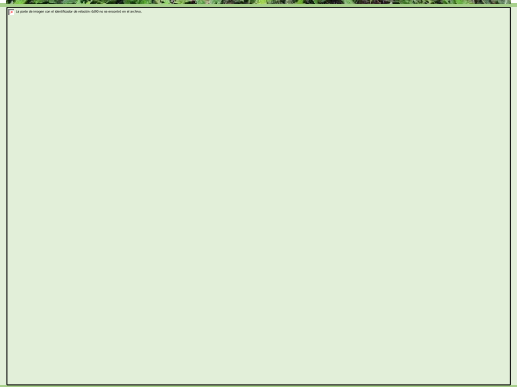
ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	26
Arbustivo	49
Herbáceo	52
TOTAL	**127**

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Fotografía IV 7. Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 1+000 AL KM. 2+000.





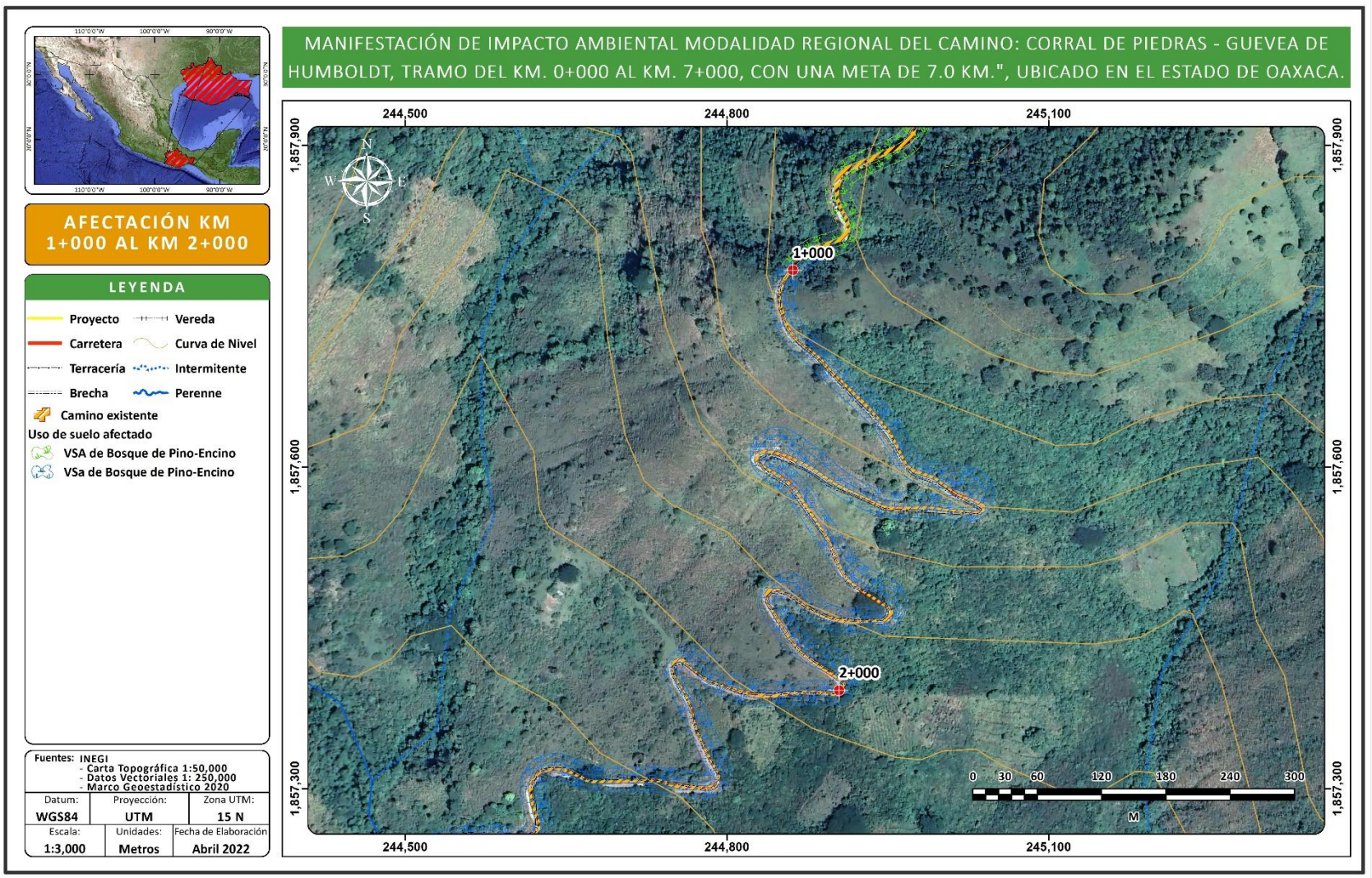




En esta parte del proyecto existirá remoción de algunos árboles de las especies *Quercus glaucescens, Pinus oocarpa, Agave atrovirens* entre otras.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 48. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 1+000 ALKM. 2+000.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 44 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 2+000 AL KM. 3+000.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	2	7.8	56	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	1	8.4	88	A	Sin status
Altingiaceae	*Liquidambar styraciflua*	Estorasque	1	3.1	26	A	Sin status
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Angel	31	1.8	22	Ar	Sin status
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Espadín	8	1.4	33	Ar	Sin estatus
Solanaceae	*Solanum torvum*	Berenjenita cimarrona	11	1.5	12	H	Sin estatus
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulacea*	Madre del maíz	15	1.8	16	H	Sin estatus
Poaceae	*Andropogon gayanus*	Pasto llanero	25	1.2	21	H	Sin estatus
Poaceae	*Andropogon angustatus*	Pasto	12	1.3	23	H	Sin estatus
Poaceae	*Andropogon bicornis*	Cola de zorra	26	1.2	18	H	Sin estatus
	Total		132				

Donde:

FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

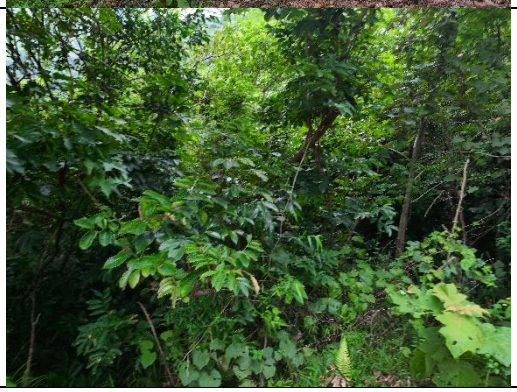
Tabla IV 45 Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 2+000 AL KM. 3+000.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	4
Arbustivo	39
Herbáceo	89
TOTAL	132

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Fotografía IV 8 Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 2+000 AL KM. 3+000.

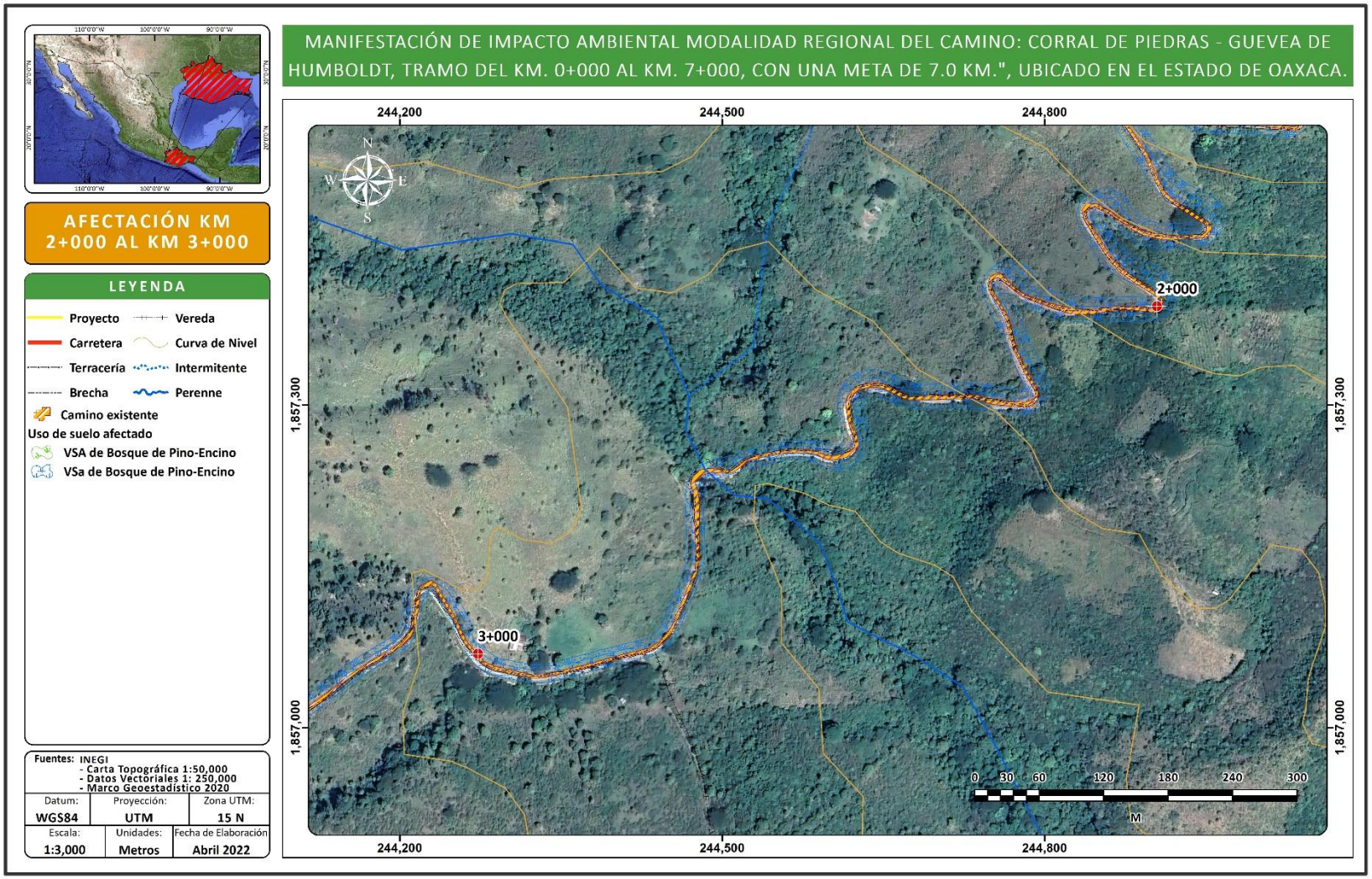


En esta parte del proyecto existirá remoción de algunos árboles de las especies *Quercus glaucescens. Solanum torvum, Dioscorea convolvulacea* entre otras.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 49. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 2+000 AL KM. 3+000.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 46 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 3+000 AL KM. 4+000.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Ocote	5	9.4	85	A	Sin status
Altingiaceae	*Liquidambar styraciflua*	Estorasque	2	2.7	25	A	Sin status
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	5	2.8	41	A	Sin status
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Pongolote	1	3.5	36	A	Sin status
Fabaceae	*Schizolobium parahyba*	Palo de judio	2	1.5	17	A	Sin status
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Verbesina	25	1.5	36	Ar	Sin status
Asteraceae	*Ageratina adenophora*	Flor de espuma	9	1.6	12	Ar	Sin status
Apocynaceae	*Thevetia ahouai*	Huevos de toro	3	1.4	10	Ar	Sin status
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacate guinea	25	2.1	14	H	Sin status
Poaceae	*Andropogon angustatus*	Pasto	16	1.3	23	H	Sin status
Poaceae	*Andropogon bicornis*	Cola de zorra	28	1.2	18	H	Sin status
	Total		121				

Donde:
FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 47 Total de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 3+000 AL KM. 4+000.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	15
Arbustivo	37
Herbáceo	69
TOTAL	121

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Fotografía IV 9 Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 3+000 AL KM. 4+000.

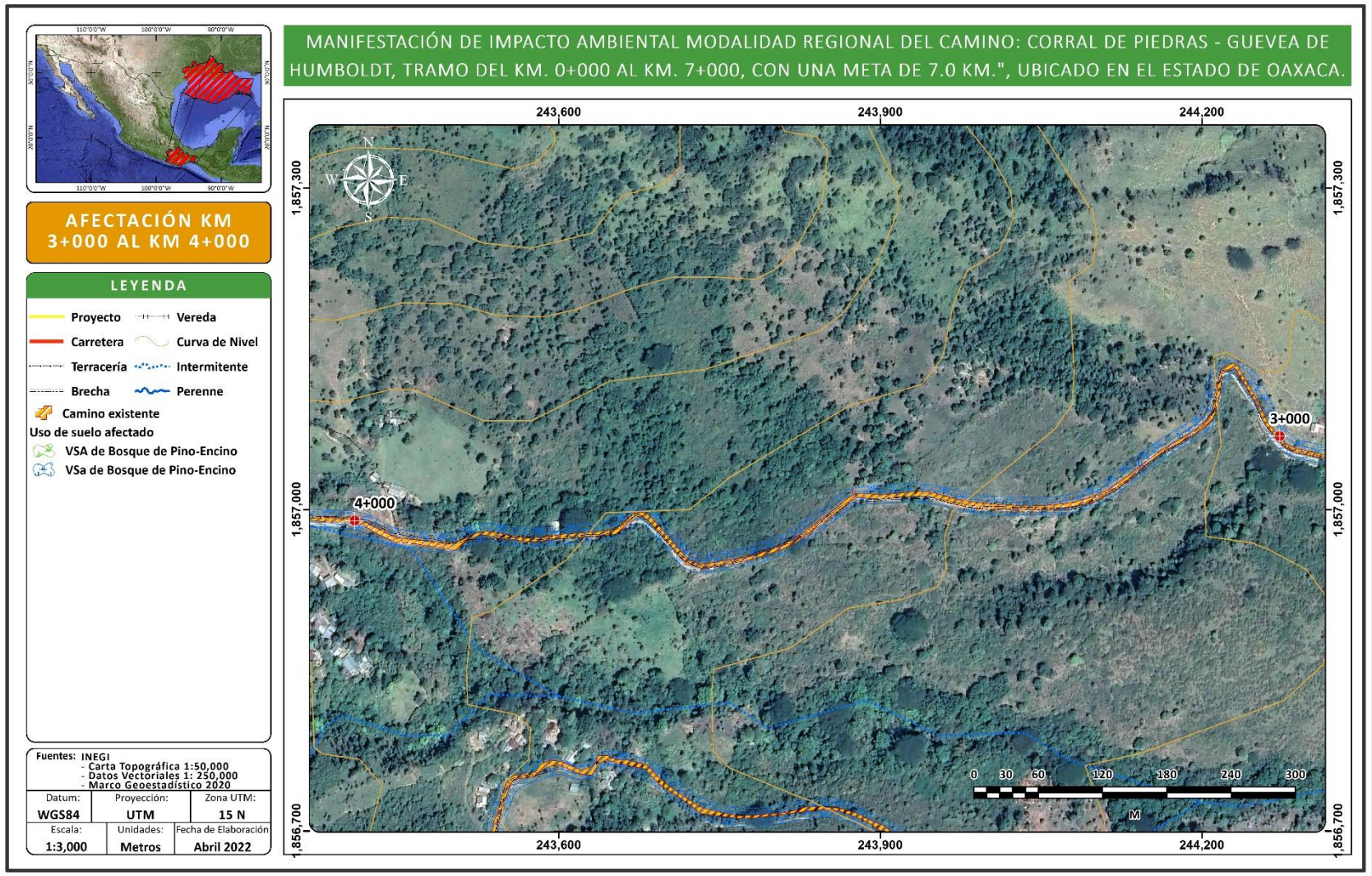





En esta parte del proyecto existirá remoción de algunos árboles de las especies *Arbutus xalapensis, Verbesina fastigiata, Thevetia ahouai, Panicum maximum*, entre otras.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 50. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 3+000 AL KM. 4+000.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 48 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 4+000 AL KM. 5+000.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	2	7.8	56	A	Sin status
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino azteca	1	8.4	88	A	Sin status
Altingiaceae	*Liquidambar styraciflua*	Estorasque	1	3.1	26	A	Sin status
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Angel	31	1.8	22	Ar	Sin status
Asparagaceae	*Agave angustifolia*	Espadín	8	1.4	33	Ar	Sin estatus
Solanaceae	*Solanum torvum*	Berenjenita cimarrona	11	1.5	12	H	Sin estatus
Dioscoreaceae	*Dioscorea convolvulacea*	Madre del maíz	15	1.8	16	H	Sin estatus
Poaceae	*Andropogon gayanus*	Pasto llanero	25	1.2	21	H	Sin estatus
Poaceae	*Andropogon angustatus*	Pasto	12	1.3	23	H	Sin estatus
Poaceae	*Andropogon bicornis*	Cola de zorra	26	1.2	18	H	Sin estatus
	Total		132				

Donde:
FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 49Total de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 4+000 AL KM. 5+000.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	11
Arbustivo	15
Herbáceo	85
TOTAL	111

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Fotografía IV 10 Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 4+000 AL KM. 5+000.

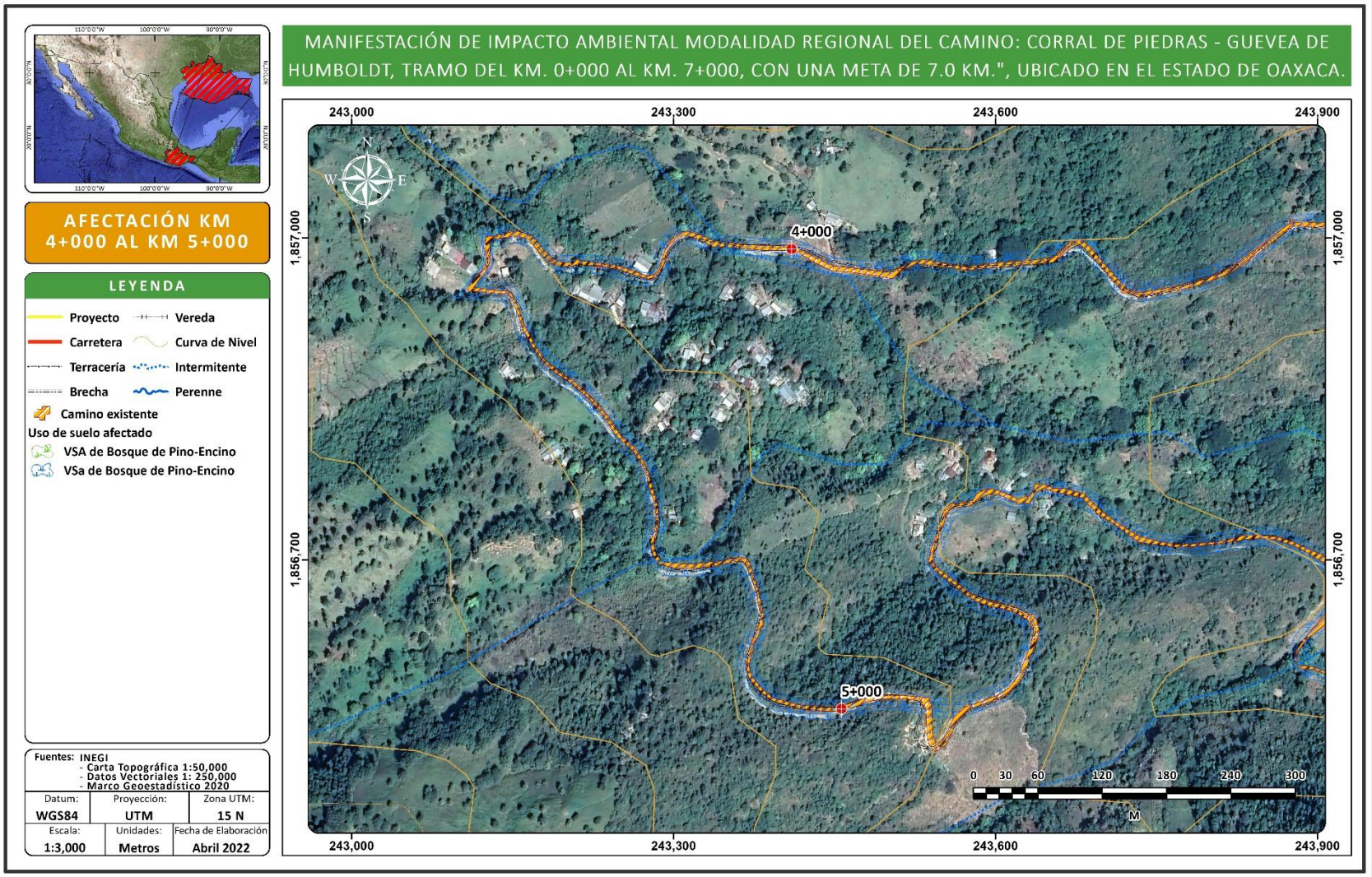





En esta parte del proyecto existirá remoción de algunos árboles de las *especies Guazuma ulmifolia, Bursera simaruba, Andropogon angustatus y Panicum maximum* entre otras.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 51. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 4+000 AL KM. 5+000.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 50 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 5+000 AL KM. 6+000.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Angel	8	1.8	22	Ar	**Sin estatus**
Anacardiaceae	*Comocladia engleriana*	Cachimbo	2	2.3	15	Ar	**Sin estatus**
Tiliaceae	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Cuetla	5	3.8	22	Ar	**Sin estatus**
Poaceae	*Muhlenbergia robusta*	Zacate escobillas	23	1.1	31	H	**Sin estatus**
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Cuatle	7	4.2	41	A	**Sin estatus**
Asteraceae	*Baccharis heterophylla*	Escoba chica	11	1.4	10	Ar	**Sin estatus**
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	5	3.1	29	A	**Sin estatus**
Poaceae	*Andropogon gayanus*	Pasto llanero	51	1.2	21	H	**Sin estatus**
Moraceae	*Ficus insipida*	Amate	1	5.3	58	A	**Sin estatus**
	Total		**113**				

Donde:
FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 51 Total, de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 5+000 AL KM. 6+000.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	13
Arbustivo	26
Herbáceo	74
TOTAL	113

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Fotografía IV 11 Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 5+000 AL KM. 6+000.





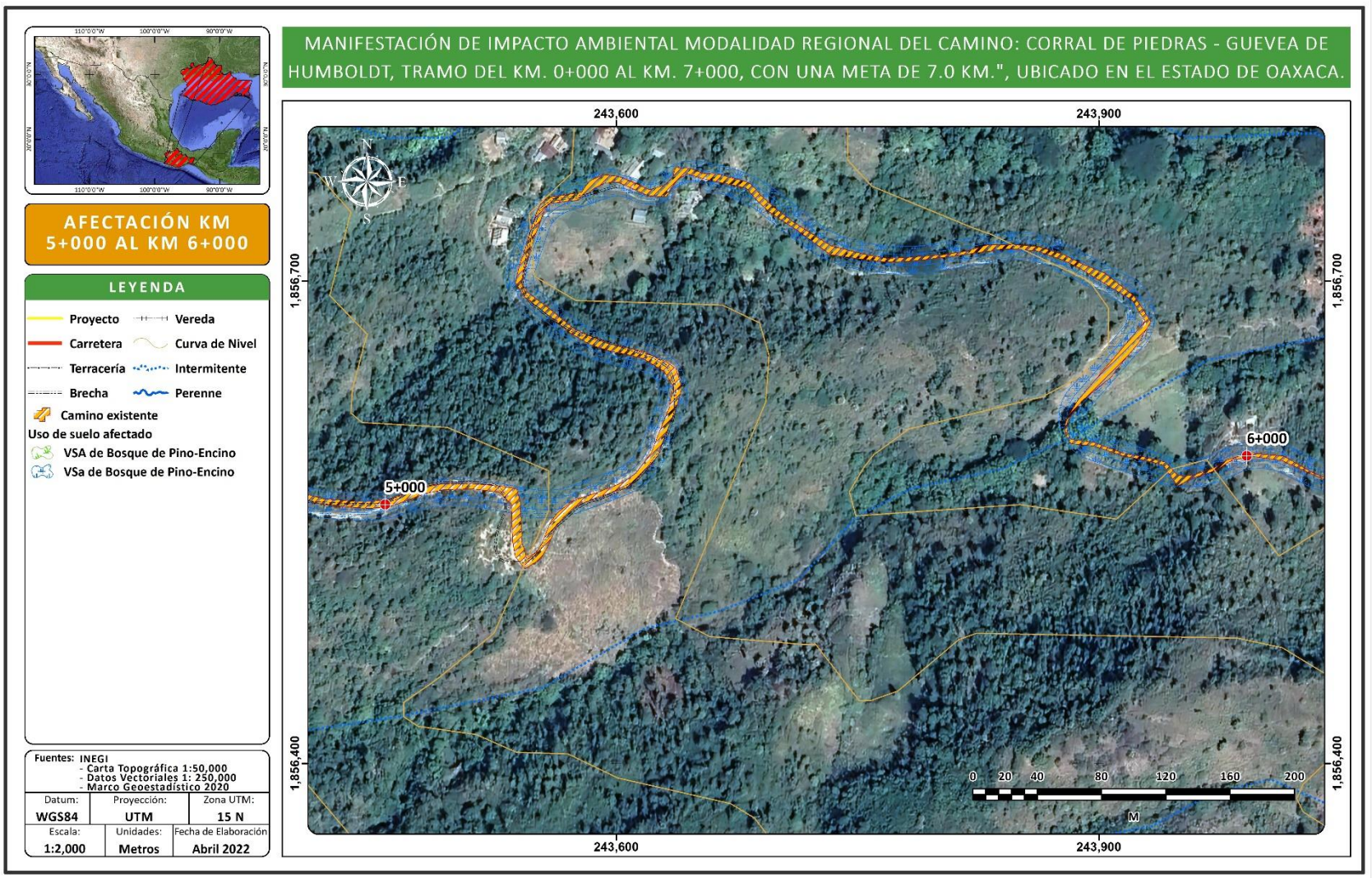




En esta parte del proyecto existirá remoción de algunos árboles de las especies *Calliandra grandiflora , Heliocarpus terebinthinaceus, Andropogon gayanus, Comocladia engleriana*, entre otras.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 52. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 5+000 AL KM. 6+000.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 52 Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 6+000 AL KM. 7+000.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT-2010
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Cuahulote	5	3.1	29	A	**Sin estatus**
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Cuatle	11	3.8	42	A	**Sin estatus**
Fabaceae	*Acacia pennatula*	Algarrobo	22	2.4	26	Ar	**Sin estatus**
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino rojo	4	5.4	54	A	**Sin estatus**
Fagaceae	*Quercus glaucescens*	Encino amarillo	5	6.7	55	A	**Sin estatus**
Fabaceae	*Calliandra grandiflora*	Cabellos de Angel	17	1.7	23	Ar	**Sin estatus**
Asteraceae	*Verbesina fastigiata*	Verbesina	8	1.3	38	Ar	**Sin status**
Poaceae	*Muhlenbergia robusta*	Zacate escobillas	35	1.1	33	H	**Sin status**
Poaceae	*Andropogon angustatus*	Pasto	41	1.3	23	H	**Sin estatus**
Poaceae	*Andropogon bicornis*	Cola de zorra	38	1.2	18	H	**Sin estatus**
	Total		**186**				

Donde:

FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Tabla IV 53 Total de especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 6+000 AL KM. 7+000.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	25
Arbustivo	47
Herbáceo	114
TOTAL	186

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Fotografía IV 12 Especies de flora que serán sujetos a remoción del KM. 6+000 AL KM. 7+000.

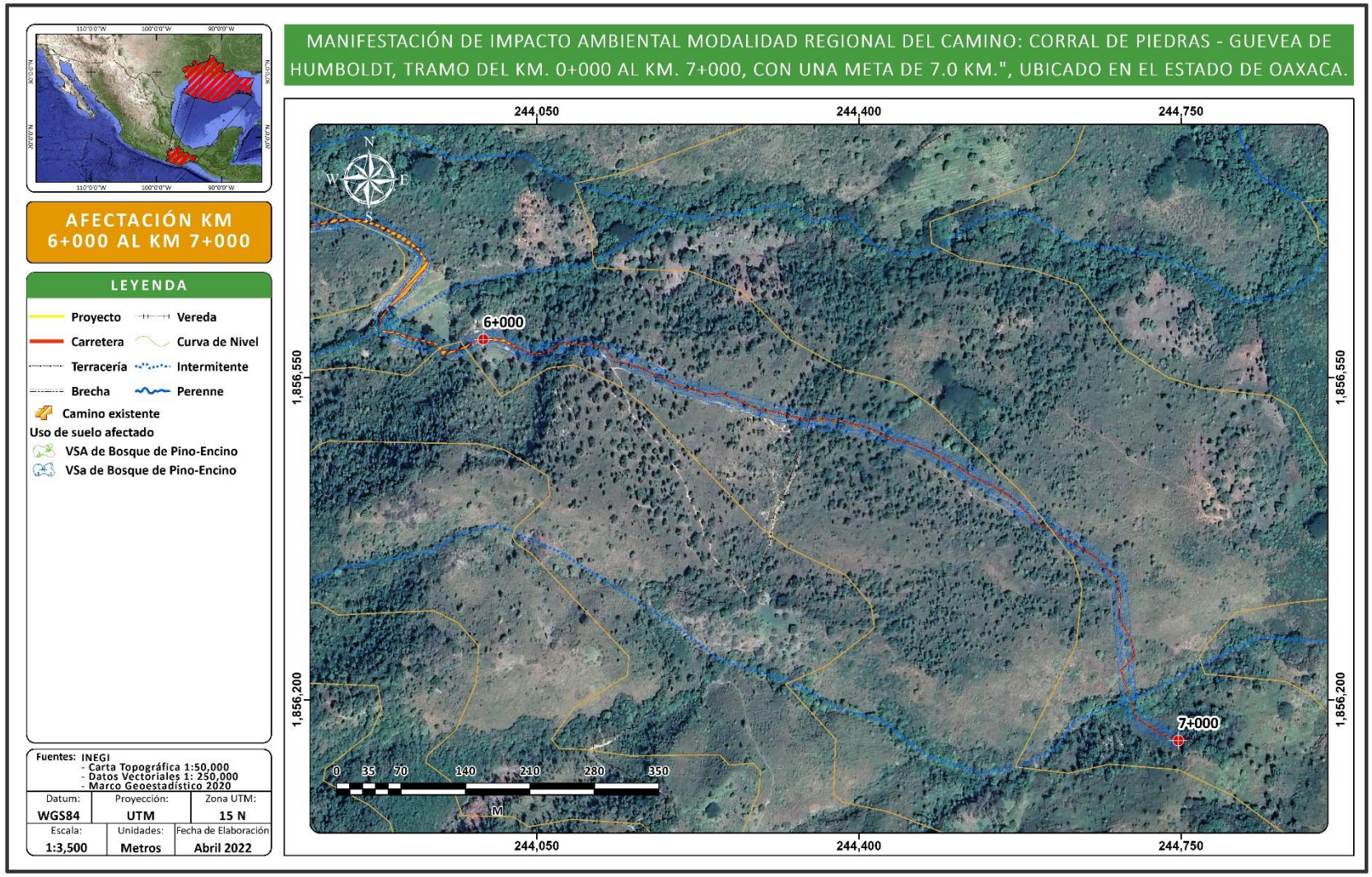





En esta parte del proyecto existirá remoción de algunos árboles de las *especies Guazuma ulmifolia, Quercus glaucescens, Eysenhardtia polystachya y Andropogon bicornis* entre otras.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen IV 53. Localización del área de afectación por el proyecto del KM. 6+000 AL KM. 7+000.



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

En el trazo del proyecto MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS – GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM., UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA, se removerán 977 elementos vegetales, 142 son árboles, 259 arbustos y 576 Herbáceas.

Tabla IV 54 Número final de especies de flora que serán sujetos a remoción debido al proyecto.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	142
Arbustivo	259
Herbáceo	576
TOTAL	977

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL.

En el SAR no se existe formalmente la explotación de especies de interés comercial maderables, sin embargo, en la prospección de campo se observó la presencia de cultivos básicos como el maíz, de frutales como la naranja. La extracción de productos maderables principalmente se da para emplearlos como combustible dándose de manera común esta actividad en el Municipio.

ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS, EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

La importancia de la flora mexicana recae en el número total de especies, su riqueza y número de endemismos. El alto porcentaje de endemismos se explica por la antigüedad de la flora mexicana y también por su grado de aislamiento ecológico y biogeográfico, también existe cierta relación florística entre las zonas templadas y cálidas de México, las cuales permiten el desarrollo de una flora particular con un gran número de endemismos. La relación de plantas cuantificadas en el SAR con algún estatus de riesgo permitió determinar que no existen especies vegetales dentro de este rubro.

Tabla IV 55 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: CANAN INGENIERIA, 2022

En la siguiente tabla se muestra el listado general de especies que se encontró dentro del SAR del proyecto.

Tabla IV 56 Listado de especies ornamentales y malezas presentes en las proximidades al proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT-059-2010
Burseraceae	Bursera simaruba	Palo mulato	A	Sin estatus
Casuarinaceae	Casuarina equisetifolia	Casuarina	A	Sin estatus
Arecaceae	Cocos nucifera	Coco	A	Sin estatus
Araceae	Colocasia esculenta	Malanga	Ar	Sin estatus
Araceae	Colocasia esculenta	Taro	H	Sin estatus
Cupressaceae	Cupressus macrocarpa var. goldcrest	Ciprés limón	A	Sin estatus
Dioscoreaceae	Dioscorea convolvulacea	Madre del maíz	H	Sin estatus
Fabaceae	Erythrina americana	Colorín	A	Sin estatus
Euphorbiaceae	Jatropha curcas	Piñonero	Ar	Sin estatus
Anacardiaceae	Mangifera indica	Mango	A	Sin estatus
Euphorbiaceae	Ricinus communis	Higuerilla	H	Sin estatus
Solanaceae	Solanum torvum	Berenjenita cimarrona	H	Sin estatus
Anacardiaceae	Spondias mombin	Ciruelo	A	Sin estatus
Asteraceae	Tagetes lucida	Pericon	H	Sin estatus

Tabla IV 57. Listado general de especies encontrado dentro del SAR.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT-059-2010
Asparagaceae	Agave atrovirens	Maguey espadín	Ar	Sin estatus
Fabaceae	Acacia pennatula	Algarrobo	Ar	Sin estatus
Asparagaceae	Agave angustifolia	Espadín	Ar	Sin estatus
Asteraceae	Ageratina adenophora	Flor de espuma	Ar	Sin estatus
Poaceae	Andropogon angustatus	Pasto	H	Sin estatus
Poaceae	Andropogon bicornis	Cola de zorra	H	Sin estatus
Poaceae	Andropogon gayanus	Pasto llanero	H	Sin estatus
Ericaceae	Arbutus xalapensis	Madroño	A	Sin estatus
Ericaceae	Arctostaphylos pungens	Pingüica	Ar	Sin estatus
Aspleniaceae	Asplenium monanthes	Helecho perejil	H	Sin estatus
Asteraceae	Baccharis heterophylla	Escoba chica	Ar	Sin estatus
Fabaceae	Calliandra grandiflora	Cabellos de Angel	Ar	Sin estatus
Urticaceae	Cecropia peltata	Guarumbo	A	Sin estatus
Clethraceae	Clethra mexicana	Aguacatillo	A	Sin estatus
Bixaceae	Cochlospermum vitifolium	Pongolote	A	Sin estatus
Anacardiaceae	Comocladia engleriana	Cachimbo	Ar	Sin estatus
Euphorbiaceae	Croton draco	Llora sangre	Ar	Sin estatus
Fabaceae	Eysenhardtia polystachya	Cuatle	A	Sin estatus
Moraceae	Ficus insipida	Amate	A	Sin estatus
Garryaceae	Garrya laurifolia	Árbol amargo	A	Sin estatus
Malvaceae	Guazuma ulmifolia	Cuahulote	A	Sin estatus
Heliconiaceae	Heliconia collinsiana	Platanillo	H	Sin estatus
Tiliaceae	Heliocarpus terebinthinaceus	Cuetla	Ar	Sin estatus
Fabaceae	Inga vera	Chelele	A	Sin estatus
Verbenaceae	Lantana camara	Cinco negritos	H	Sin estatus
Altingiaceae	Liquidambar styraciflua	Estorasque	A	Sin estatus
Melastomataceae	Miconia hemenostigma	Miconia	Ar	Sin estatus
Poaceae	Muhlenbergia glabrata	Liendrilla lisa	H	Sin estatus

Poaceae	Muhlenbergia robusta	Zacate escobillas	H	Sin estatus
Poaceae	Panicum maximum	Zacate guinea	H	Sin estatus
Pinaceae	Pinus devoniana	Pino escobetón	A	Sin estatus
Pinaceae	Pinus hartwegii	Ocote blanco	A	Sin estatus
Pinaceae	Pinus montezumae	Ocote	A	Sin estatus
Pinaceae	Pinus oocarpa	Ocote	A	Sin estatus
Pinaceae	Pinus patula	Pino amarillo	A	Sin estatus
Pinaceae	Pinus pseudostrobus	Pino lacio	A	Sin estatus
Pinaceae	Pinus teocote	Pino azteca	A	Sin estatus
Piperaceae	Piper hispidum	Canutillo	Ar	Sin estatus
Dennstaedtiaceae	Pteridium aquilinum	Helecho	H	Sin estatus
Fagaceae	Quercus acutifolia	Aguatle	A	Sin estatus
Fagaceae	Quercus crassifolia	Encino	A	Sin estatus
Fagaceae	Quercus elliptica	Encino rojo	A	Sin estatus
Fagaceae	Quercus glaucescens	Encino amarillo	A	Sin estatus
Actinidiaceae	Saurauia scabrida	Moquillo	Ar	Sin estatus
Fabaceae	Schizolobium parahyba	Palo de judio	A	Sin estatus
Asteraceae	Stevia lucida	Hierba del aire	H	Sin estatus
Apocynaceae	Thevetia ahouai	Huevos de toro	Ar	Sin estatus
Asteraceae	Verbesina fastigiata	Verbesina	Ar	Sin estatus

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Con lo anterior se muestra que, debido al desarrollo del proyecto, sólo requerirá la remoción se removerán 977 elementos vegetales, 142 son árboles, 259 arbustos y 576 Herbáceas, cabe señalar que ninguna de estas especies se encuentra en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es importante no afectar la vegetación de manera innecesaria aun y cuando las especies no sean consideradas bajo algún estatus.

IV.2.2.2.2. FAUNA

Es claro que México cuenta con una riqueza biológica, lo que implica una responsabilidad mayor para toda la sociedad que debe reflejarse en compromisos e iniciativas viables y efectivas para su conservación. Esta misma riqueza ofrece otras oportunidades para el país y en sus diferentes sectores económicos, incluyendo comunidades rurales, ejidos o propiedad privada y organizaciones sociales, que se puede reflejar en beneficios ecológicos y socioeconómicos derivados de la biodiversidad mexicana.

Todos estos factores no sólo han influido enormemente en la distribución y riqueza de los ecosistemas aquí establecidos y, por consiguiente, en la variedad de plantas y animales que constituyen nuestra fauna y flora silvestre.

La riqueza natural del país constituye un privilegio enorme y un gran potencial para su desarrollo, significando un gran tesoro para los ciudadanos mexicanos y más aún para el estado oaxaqueño.

De tal forma que es de gran importancia conocer el estado actual de las diferentes clases de vertebrados terrestres que habitan en inmediaciones al trazo y el SAR, estos serán influenciados a su comportamiento debido a los cambios que se presentarán en este ecosistema. El proyecto se encuentra inmerso principalmente en el municipio de Tlacolula de Matamoros y parte del SAR se ubica en el Municipio de San Dionisio Ocotepec, en el Estado de Oaxaca; sitio donde se ubica el proyecto, **"Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Camino: Corral de Piedras-Guevea de Humboldt, tramo del Km. 0+000 al Km. 7+000, con una meta de 7.0Km." ubicado en el Estado de Oaxaca"**.

Oaxaca es denominado primer lugar a nivel nacional en cuanto a biodiversidad, ya que en el estado se encuentran prácticamente todos los ecosistemas presentes en el territorio mexicano desde matorrales espinosos hasta bosques tropicales; desde manglares y arrecifes de coral hasta bosques nubosos, de pino, encino y oyamel en las montañas más altas.

Debido a esta movilidad y a la similitud florística que existe entre algunas comunidades vegetales, la descripción de la fauna está dividida en dos grandes grupos respecto a los tipos de vegetación predominantes de esta región del proyecto, con especial énfasis en comunidades vegetales que no han sido tan impactadas ya que representan un nicho ecológico único que permite la existencia de algunas especies animales.

Por su parte, el Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto, se ubica en el municipio de Guevea de Humboldt en el Estado de Oaxaca, que a la fecha no se cuenta con información precisa y científica de la zona que permita conocer la distribución y abundancia de muchas especies de fauna silvestre en esta área donde se localiza el proyecto, mucho menos en las localidades aledañas del municipio donde se localiza el SAR, por lo que no existen datos de diversidad basados en abundancia para esta región de México. Actualmente ya no se localizan de manera fácil animales de fauna silvestre, en áreas impactadas por la agricultura o efectos antropogénicos, ya que los animales huyen de la gente para mayor seguridad de sus crías o porque los matan. Aunado a esto existen algunos registros realizados por los lugareños que utilizan el camino y brechas para llegar a sus cultivos.

Sólo existen datos generales del Plan Municipal de Desarrollo (PMD) de estos municipios; aun cuando el estado de Oaxaca es uno de los estados con mayor riqueza en este rubro, con un territorio situado en el extremo norte de la región neotropical del mundo y cuya topografía eleva el macizo continental a alturas superiores a los 1000msnm, lo que facilita una gran diversidad biótica dentro de lo que se puede considerar como un enclave neártico.

En relación con el sitio del proyecto no se tiene reportes específicos de la fauna local existente, sin embargo, durante la construcción de apertura muchas especies buscaran sitios más seguros, al escuchar el ruido al hacer los despalmes y cortes a la vegetación por el proyecto.

Metodología utilizada para la descripción de la fauna.

La caracterización de la fauna se determinó mediante una metodología que consideró lo siguiente:

- Investigación bibliográfica
- Trabajo de Campo
- Análisis y conclusiones

Para la caracterización de la fauna terrestre, se llevó a cabo una búsqueda de las especies que puedan estar presentes en la región. y para ello se realizaron dos actividades con el fin de determinar adecuadamente la diversidad faunística, la primera actividad consistió en realizar consultar al Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) y para complementar dicha información se realizó una visita de campo al sitio donde se pretende desarrollar el proyecto para obtener registros recientes de las especies de fauna silvestre, presentes en el área sin embargo esta última resultó poco productiva toda vez que se tratan de áreas con constante actividad antropogénica (agricultura), lo cual hace que la fauna silvestre huya hacia los sitios que presentan mejores coberturas de vegetación y menor presión humana.

a) Investigación Bibliográfica

El trabajo consistió en la búsqueda y revisión de publicaciones relativas a trabajos sobre la fauna de la región. El objetivo es determinar, cuales pudieran ser las especies de fauna que probabilísticamente en función de las estructuras florísticas que a su vez conforman el hábitat, se pueden encontrar en el área a afectar y así en su momento poder determinar el tipo de acciones preventivas de impactos a aplicar para evitar daños a este tipo de recursos.
Cabe mencionar que para la zona del proyecto y el SAR, a la fecha no se cuenta con información puntual y precisa, que permita conocer la distribución y abundancia de muchas especies de fauna silvestre, por lo que no existen datos de diversidad basados en abundancia para esta región de México.
En este contexto, la distribución de los organismos en el espacio se encuentra en función de los factores abióticos y los tipos de vegetación debido quizás a su menor complejidad estructural ya que el área presenta sitios fragmentados de vegetación o ausente para algunas especies, de tal manera que la diversidad en áreas que cambian de cobertura y condiciones climáticas es baja y decrece conforme se incrementa el impacto de la fauna silvestre.

Fauna presente en el área del proyecto

Para el municipio de Guevea de Humboldt de acuerdo con el PMD la fauna silvestre que se distribuye en los alrededores del trazo y el SAR se constituye por una baja densidad de especies como: coyote, zorrillos, tigrillo, tepezcuintle, tucán, cenzontle y víbora de cascabel.

En el municipio de acuerdo con registros de la CONABIO, podemos encontrar poca variedad de fauna, que a continuación se enlista. Esta corresponde a una variedad de aves y tres especies de mamíferos y solo un registro de reptil.

Tabla IV 58 Especies de fauna silvestre en el Municipio de Guevea de Humboldt

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	NOM.059
REPTILES			
COLUBRIDAE	Cincuate sureño	*Pituophis lineaticollins*	Sin estatus
MAMÍFEROS			
NATALIDAE	Murciélago orejas de embudo	*Natalus mexicanus*	Sin estatus
CANIDAE	Coyote	Canis latrans	Sin estatus
MEPHITIDAE	Zorrillo listado sureño	*Mephitis macroura*	Sin estatus
FELIDAE	Tigrillo	*Leopardus wiedii*	P
CUNICULIDAE	Tepezcuintle	*Cuniculus paca*	Sin estatus
AVES			
ICTERIDAE	Calandria de Baltimore	*Icterus galvula*	Sin estatus
ICTERIDAE	Calandria capucha negra	*Icterus graduacauda*	Sin estatus
ICTERIDAE	Tordo ojos rojos	*Molothrus aeneus*	Sin estatus
ICTERIDAE	Tordo cantor	*Dives dives*	Sin estatus
TYRANNIDAE	Luis Bienteveo	*Pitangus sulphuratus*	Sin estatus
TYRANNIDAE	Papamoscas triste	*Myiarchus tuberculifer*	Sin estatus
TYRANNIDAE	Papamoscas rayado común	*Myiodynastes luteiventris*	Sin estatus
FALCONIDAE	Cernícalo americano	*Falco sparverius*	Sin estatus
CARDINALIDAE	Piranga encinera	*Piranga flava*	Sin estatus
COLUMBIDAE	Tortolita cola larga	*Columbina inca*	Sin estatus
STRIGIDAE	Tecolote sapo	*Megascops guatemalae*	Sin estatus
STRIGIDAE	Tecolote bajeño	*Glaucidium brasilianum*	Sin estatus
THRAUPIDAE	Tangara azulgris	*Thraupis episcopus*	Sin estatus
THRAUPIDAE	Mielero patas rojas	*Cyanerpes cyaneus*	Sin estatus
TROGLODYTIDAE	Saltapared barrado	*Thryophilus pleurostictus*	Sin estatus
CORVIDAE	Chara verde	*Cyanocorax yncas*	Sin estatus
PARULIDAE	Chipe cejas negras	*Basileuterus culicivorus*	Sin estatus
PARULIDAE	Pavito de rocas	*Basileuterus lachrymosus*	Sin estatus
TROCHILIDAE	Colibrí cola rayada	*Eupherusa eximia*	Sin estatus
MIMIDAE	Centzontle norteño	*Mimus polyglottos*	Sin estatus
RAMPHASTIDAE	Tucancillo collarejo	*Pteroglossus torquatus*	Pr

Fuente: CONABIO, 2020.

b) Trabajo de campo

Se trató de acciones de búsqueda de indicadores o bien de avistamientos que permitieran particularizar sobre la presencia de especies de fauna en el lugar de estudio. El objetivo fue poder identificar y en su caso cuantificar las poblaciones de grupos de fauna y el grado de afectación que las diferentes acciones del proyecto pudieran ocasionar. Esto consideró lo siguiente:

- Recorrido de la zona de influencia y localización y delimitación de la carretera y áreas por afectar en el proyecto de modernización.
- Localización, clasificación y definición de las diferentes estructuras de vegetación que correspondieran al hábitat de grupos de fauna probables.
- •Recorridos por el área, en afectar para avistar o encontrar indicadores de la presencia de especies de fauna silvestre, evidencias tales como: pelo, excretas, huellas, etc.

Metodología empleada para la determinación de la fauna silvestre

Herpetofauna.

Los reptiles son generalmente difíciles de observar, sobre todo los de talla corporal pequeña. El avistamiento de los reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su temperatura corporal, por lo que es recomendable efectuar conteos de estos organismos durante periodos estandarizados en condición climática y en tiempo, sobre todo cuando se pretende comparar distintas poblaciones.

Reptiles. Para la captura y observación se llevaron recorridos en el trazo, de extensión variable y tiempo fijo (2 horas) por veredas y caminos secundarios; se examinaron agujeros grandes de paredes verticales, rocas y en cercos vivos que dividen el camino de los terrenos dedicados a la agricultura. Los ejemplares se recolectan manualmente con redes de acuario, ligas de hule, caña de pescar, ganchos y pinzas herpetológicas (Gaviño *et al*., 1992). Los ejemplares se determinan mediante la experiencia profesional y con claves especializadas (Duellman y Wellman, 1960; Lynch, 1965; Duellman, 1970. Y en caso de ver al ejemplar la toma fotográfica.

El método más efectivo para la captura viva de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa con ligas (lagartijas). Con el propósito de optimizar el esfuerzo de captura en terreno, siempre se tienen en cuenta los aspectos de la ecología de las distintas especies. Debido a que los reptiles son seres vivos que requieren de una fuente de energía externa para poder desarrollar sus actividades diarias, el mayor esfuerzo de captura se realiza durante el período del día en que ellos resulten con mediana actividad en orden a facilitar la captura (mañana y media tarde). Por esta razón, la captura de individuos se realiza principalmente durante días asoleados.

Colecta oportunista. Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la presencia de organismos. Los recorridos nocturnos caminando o en vehículo también entran en esta categoría.

Manipulación de la herpetofauna. Se levanta el reptil con una mano como si se estuviera levantando un lápiz, luego se aseguró al animal colocando el pulgar detrás o al lado de la cabeza del

animal, se utilizó el dedo índice para sostener el cuello del animal desde abajo mientras se sostenía su torso con la punta de los dedos.

Encuentro visual. Consiste en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos de distancia fija o bien aleatorios, generalmente durante un período de tiempo fijo.

Transporte de organismos. Los organismos recolectados se depositan en bolsas de plástico, contenedores de plástico, o sacos de lona delgada para ser transportados, cuidando que contengan humedad suficiente para evitar que se deshidraten y mueran. Para evitar daños a los individuos, conviene depositarlos en bolsas o contenedores por separado de acuerdo con el sitio de captura y la especie.

Imagen IV 54 Algunos instrumentos y trampas para capturar anfibios y reptiles: redes, ganchos herpetológicos, lazos y nasas.

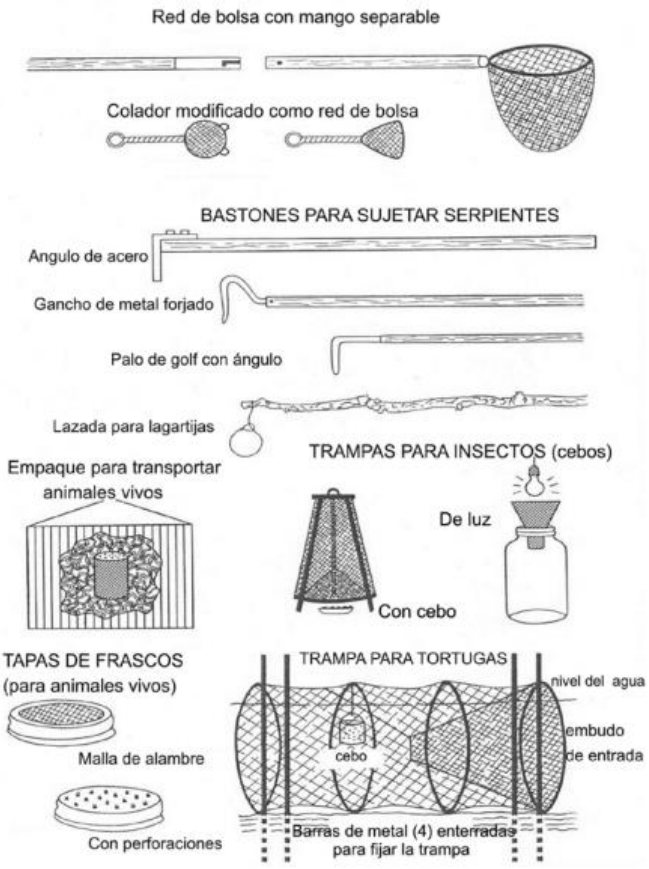
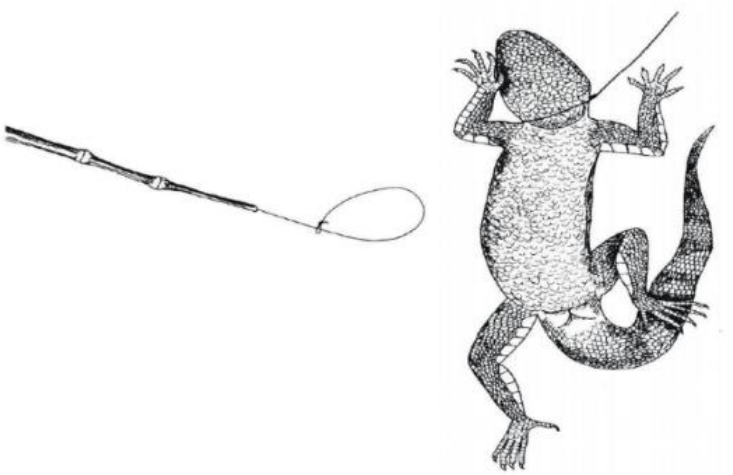


Imagen IV 55 Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello (tomado de Vanzolini y Nelson 1990



La captura no fue exitosa, ya que para tener una captura de individuos se debe realizar principalmente durante días soleados. Por tal motivo NO se registraron especies de Herpetofauna sobre el trazo y el SAR.

Aves

La metodología para la observación de aves consistió en realizar conteos oportunísticos entre las 7:00-10:00am y 16:00-19:00 pm en un transecto sobre el camino del proyecto. Con el fin de identificar a las principales especies que habitan en la zona, se llevó un registro de las aves observadas y el número de individuos de cada una de ellas. Se llevó a cabo un solo transecto con el fin de estandarizar el muestreo. Dentro del transecto se establecieron puntos de muestreo considerando la longitud de este por lo que un transecto tuvo de dos repeticiones en un sito de muestro. Estos sitios fueron elegidos partiendo de la línea de inicio del camino y así cada 500m hasta completar el trazo hasta donde termina este.

Para la identificación de las especies se utilizaron guías de campo y binoculares. Para cada sitio de muestreo se esperaba un promedio de 5 a 10minutos, mientras se tomaba el registro de las especies presentes en ellos y su abundancia (número de individuos observados en el sitio de muestreo). Que consistieron en registrar todas las especies y el número de individuos durante un tiempo determinado, desde cada uno de los puntos de muestreo.

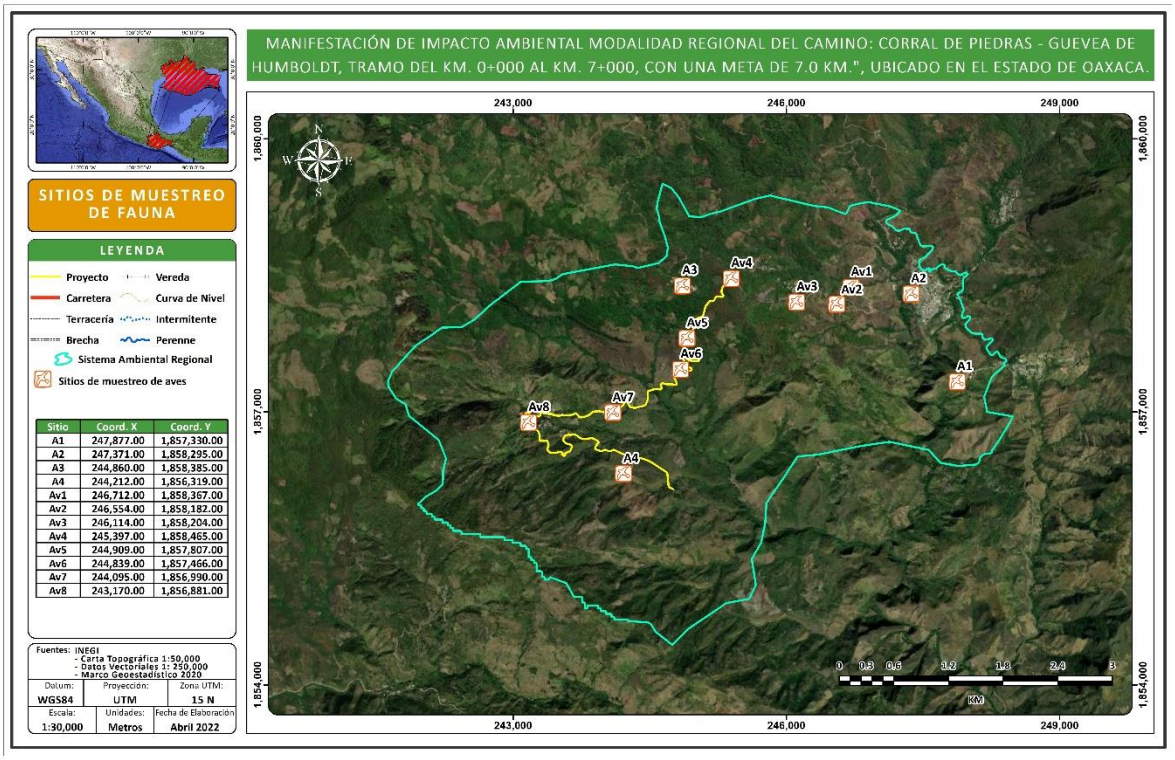
Debido a que se utilizara el camino existente, donde ya existe un impacto considerable, y que a su vez en su momento muchas especies se desplazan a zonas con cobertura vegetal abundante para esconderse de la presión ejercida por él hombre, o a zonas abiertas para tener un mejor desplazamiento en sus vuelos; de tal forma que muchas de estas especies cruzan de un sitio a otro buscando su seguridad, por lo que se debe tener cuidado de no afectar estas condiciones de migración local a la fauna silvestre observada en la zona de este proyecto.

Muestreo de Aves

Se llevaron a cabo varios transectos de muestreo de 200m para así hacer una estimación de la longitud del transecto con el fin de estandarizar el muestreo. Dentro de cada transecto se establecieron sitios de muestreo de acuerdo con la longitud de este por lo que un transecto tuvo de tres a un sito de muestro. Estos sitios fueron elegidos aleatoriamente, el primero partiendo a unos 100 metros del inicio de la zona con más vegetación y los siguientes abarcando lo que resta del camino.

Las observaciones se realizaron con ayuda de binoculares 8 x 40 y 10 x 42, y en ocasiones con una cámara digital con lente 270-500 mm, que permitió la creación de un banco de imágenes de las especies encontradas. El registro de las distintas especies se realizó por transectos en la zona adyacente al proyecto. Con la técnica de transecto se caminó lentamente a través del área elegida.

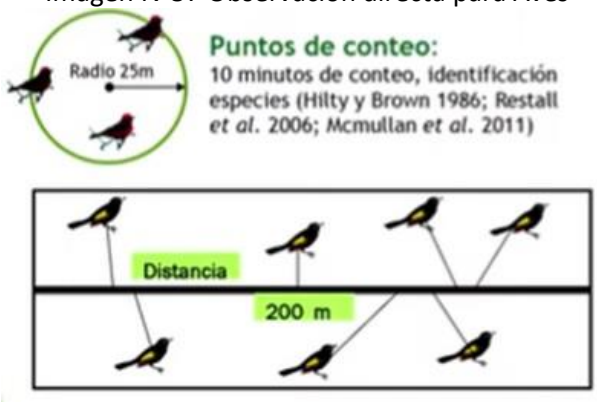
Imagen IV 56 Sitios de muestreo de Aves



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

Para la identificación de las especies se utilizaron guías de campo (Peterson y Chalif, 1989; Howell y Webb, 1995; National Geographic Society, 1999) y binoculares. Para cada sitio de muestreo se esperó un promedio de 5 a 10 minutos, mientras se tomaba el registro de las especies presentes en ellos y su abundancia (número de individuos observados en el sitio de muestreo).

Imagen IV 57 Observación directa para Aves



Fuente: Ralph et al., 1996; Ojasti y dallmeier, 2000 y Buckland et al., 2001

Con el fin de identificar a las principales especies que habitan en la zona, se llevó un registro de las aves observadas y el número de individuos de cada una de ellas. Para saber con certeza que aves transitan o viven en el trazo proyectado se llevó a cabo un solo transecto con el fin de estandarizar el muestreo, considerado por dónde va el trazo ya que es de apertura nueva.

Mamíferos

En cuanto al registro de mamíferos se utilizaron métodos directos (trampeos) e indirectos (rastros). Para este caso encontramos las Sherman, que son trampas de aluminio cerradas utilizadas en la captura de pequeños mamíferos y juveniles de mamíferos de tallas más grandes. La trampa Sherman es la más utilizada debido a que son plegables y de fácil transporte. Para la captura de medianos mamíferos existen dos tipos de trampa: Havahart y Tomahawk (Nacional), ambas son trampas de rejillas y presentan un mecanismo disparador de tipo basculante (accionador de una o dos puertas). Para este orden tampoco hubo éxito de captura y registro.

Fotografía IV 13 Cámaras trampa



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

El monitoreo de las poblaciones de carnívoros es importante por dos razones: la primera es la generación de conocimiento sobre las tendencias de una especie a lo largo de un espacio o tiempo determinados; la segunda es para conocer en qué momento se debe hacer algún tipo de control en alguna población que se conoce causa pérdidas en el número de cabezas de ganado de alguna región (Harding *et al*., 2001).

Otro muestreo que se realizó fue el colocar trampas cámara (Moultrie®) método que es utilizo para conocer las tendencias poblacionales usando transectos; todo con el fin de detectar tanto actividad diurna como nocturna en el área de influencia del proyecto y el SAR. Estas se colocaron en las zonas donde existe un cruce de caminos o brechas, donde es probable que especies de mamíferos medianos transiten, así mismo en zonas abiertas cercanos a las zonas pobladas por lo que se emplearon transectos lineales, para tener una distancia considerable entre cada trampa y así abarcar el área total del SAR. A partir de la longitud total del transecto nos alejamos a sitios más conservados y con coberturas más amplias, de acuerdo con la superficie del SAR, fueron ubicadas 4 trampas separadas entre 1,000m y 1,500m entre ellas. El éxito de este muestreo resulto nulo al no evidenciar a ninguna especie con este método.

Fotografía IV 14 Colocación de cámaras trampa



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Los transectos se deberían establecer de manera ideal en un diseño estratificado abarcando los diferentes tipos de hábitat y su representación proporcional en el diseño. Sin embargo, esto es por lo general muy costoso, por lo que se utilizaron sitios con brechas existentes para la colocación de los transectos. Asimismo, la longitud de los transectos varía de acuerdo con el tamaño de la especie, siendo en el método original de una longitud aproximada de 3 km hasta transectos de 10 km (Conner *et al*., 1983, Linhart y Knowlton 1976, Stephens *et al*., 2006). En este caso se consideraron puntos en el proyecto y dentro del SAR.

Imagen IV 58 Técnicas de muestreo para mamíferos

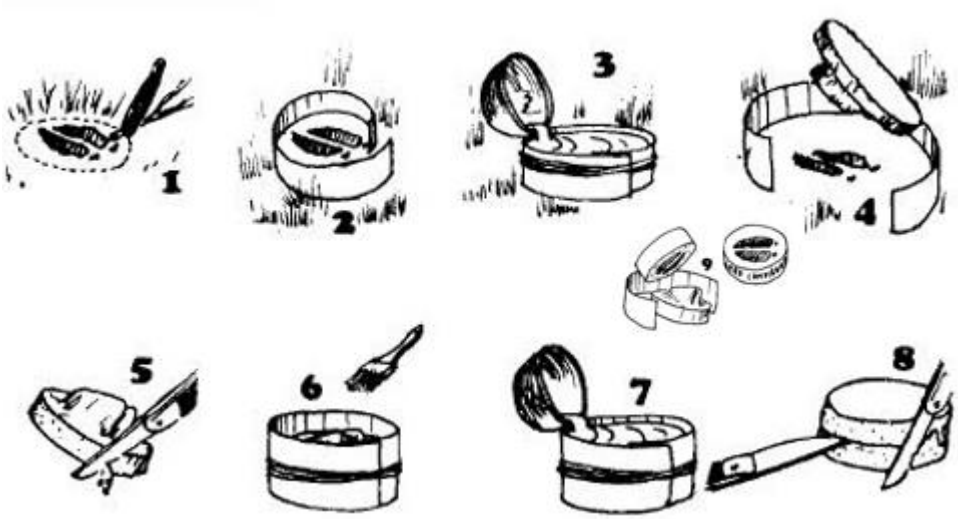


Fuente: Rudran et al., 1996; Rickart et al., 1991; Wemmer et al., 1996; Emmons. 1997 y Polanco-O, 1999

Muestreo por Rastros

Las huellas pueden colectarse de diversas maneras, pero las más comunes son la toma de fotografías y la elaboración de moldes de yeso. En el caso de las fotografías las recomendaciones más importantes son buscar siempre los rastros más nítidos e incluir una referencia de tamaño, como un bolígrafo, una navaja o una escala graduada.

Imagen IV 59 Registro de una huella



1. Limpiar la zona, 2. Rodear la huella con cartulina, 3. Mezclar 2 partes de escayola por 1 de agua y agregar sal (el agua caliente y la sal aceleran el fraguado de la escayola). Verter la escayola y esperar a que fragüe, 4. Desmoldar (obtenemos el negativo de la huella, es decir, el molde de la pata del animal), 5. Igualar, 6. Engrasar el molde para que no se pegue, 7. Verter una nueva mezcla de escayola. Esperar a que fragüe, 8. Desmoldar y recortar y 9. Escribir la fecha, el lugar y el nombre del animal. También puedes sombrear el fondo de la huella.

Para el caso de la elaboración de moldes de yeso, se pueden hacer las siguientes recomendaciones: lo primero será determinar qué huellas van a ser colectadas, buscando de preferencia aquellas que estén completas y bien definidas, para elaborar los moldes se necesita un recipiente con la mitad de una pelota de hule de unos 20cm de diámetro, pero hule grueso, que siempre mantenga su forma. Este recipiente tiene varias ventajas, ya que puede sostenerse cómodamente con una mano, la mezcla se vacía fácilmente, ya sea en forma directa o empelando una cuchara y su limpieza es fácil, aun del yeso que hubiera quedado pegado y seco, pues hasta con doblarlo para que éste se desprenda.

Una vez elegida la o las huellas para moldear, es aconsejable hacer una marca alrededor, aproximadamente hasta donde se desee hacer el molde. Se coloca una cantidad adecuada de yeso (al cálculo) en el recipiente y se le añade agua, poco a poco, conforme se va revolviendo, hasta conseguir la consistencia deseada, sin grumos ni burbujas. Entonces se vierte la mezcla sobre la huella, cubriéndola totalmente, pero tratando de no rebasar la marca de referencia. Si se desea y el terreno lo permite, se puede colocar una mica plástica alrededor de la huella, enterrándola ligeramente.

Excretas. En general las excretas no requieren de ninguna técnica especial para su colecta, excepto quizá tener cuidado de no desbaratarlas, sobre todo aquellas con poca consistencia. Si están

húmedas puede ser mejor colocarlas en una bolsa o en un recipiente de plásticos; si están secas se pueden poner en bolsas de papel.
Para su conservación sí se den hacer varias recomendaciones. Algo que afecta a las excretas es la humedad, pues favorece el desarrollo de hongos, por lo que deberán secarse muy bien antes de su almacenamiento. Por su parte las excretas que contienen pelo, aun cuando están bien secas, son susceptibles al ataque de la polilla, por lo que deberá usarse alguna sustancia como la naftalina. Si se desea conservar alguna excreta con poca consistencia se le puede dar un baño con algún barniz transparente o bien con un pegamento diluido en agua.
Aunque prevalezcan manchones de vegetación, la falta de esta vegetación y su continuidad limita las condiciones alimenticias de muchas especies, hace que mucha fauna se localice en lugares más alejados del proyecto. Por lo que las áreas fragmentadas, presentan especies de fauna silvestre adaptadas y especializadas a estos ecosistemas (Challenger y Dirzo, 2009). Debido a esto la riqueza de especies es baja y la abundancia es media ya que estas especies al ver presencia humana tienden a huir y a desplazarse a zonas más seguras.

Resultados

Se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010, para conocer el estatus de conservación de las especies, así como el CITES (Conservación Internacional de Tráfico de Especies de Flora y Fauna Silvestre en México) y la lista roja de la IUCN (Unión de Conservación Internacional). Durante la prospección de campo solo se observaron nueve especies de aves.

Considerando que la zona se encuentra previamente impactada por el camino existente, así como algunas áreas de agricultura; la presencia de fauna silvestre en el sitio del proyecto es baja; con respecto a la herpetofauna y los mamíferos no se encontró evidencia alguna, por lo que la fauna del lugar no será afectada en alguna forma.

La fauna observada se registró mediante el método de observación directa y evidencias fotograficas; las aves que fueron las especies observadas ya se han acostumbrado a la presencia y actividad humana que pasa por este camino. Por lo tanto, la presencia de fauna silvestre en el sitio del proyecto es baja y por lo que se reitera que no habrá afectación alguna a estas especies.

De acuerdo con la revisión bibliográfica no se encontraron especies en algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. A su vez, las consideraciones de protección, se aplicará para los organismos en la prospección de campo. Derivado del recorrido de campo se tomó el registro de las especies visualizadas, de aquellas que se encontró algún registro directo e indirecto, mismos que se presentan a continuación.

Tabla IV 59 Especies observadas en el proyecto.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FUENTE	NOM-059
TYRANNIDAE	Luis Bienteveo	*Pitangus sulphuratus*	Visual	S/C
ICTERIDAE	Calandria de Baltimore	*Icterus galvula*	Visual	S/C
ICTERIDAE	Tordo cantor	*Dives dives*	Visual	S/C
PARULIDAE	Chipe cejas negras	*Basileuterus culicivorus*	Visual	S/C
THRAUPIDAE	Mielero patas rojas	*Cyanerpes cyaneus*	Visual	S/C
CARDINALIDAE	Piranga encinera	*Piranga flava*	Visual	S/C

FALCONIDAE	Cernícalo americano	*Falco sparverius*	Visual	S/C
COLUMBIDAE	Tortolita cola larga	*Columbina inca*	Visual	S/C
CATHARTIDAE	Zopilote aura	Cathartes aura	Visual	S/C

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Mediante la observación directa solo se registraron nueve especies de aves, como el mielero patas rojas, Luis bienteveo, Cernícalo americano, Zopilote aura, Calandria de Baltimore, Tordo cantor, Chipe cejas negras y Piranga encinera.

Fotografía IV 15 Fauna cercana al proyecto



Luis Bienteveo



Calandria de Baltimore



Tordo cantor



Chipe cejas negras



Mielero patas rojas



Piranga encinera

	
Cernícalo americano	Tortolita cola larga
	
Zopilote aura	

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

De las especies observadas la mayoría estaban a los costados del trazo y estas especies utilizaban algunos árboles para perchar y descanso. Los sitios con mayor presencia de fauna son aquellos que se encuentran en sitios lejanos de áreas perturbadas y en los manchones arbóreos conservados. Los sitios con cuerpos de agua son visitados por especies para descanso y beber agua, siendo el grupo más representativo el de las aves. Muchas de estas especies solo están de paso por lo comentado anteriormente, mientras que se da una disminución al transcurrir el día y las aves observadas regresan a zonas menos abiertas y/o desmontadas.

Índices

De acuerdo con el estudio de campo se registró la presencia de nueve especies de aves en el proyecto del puente y alrededores. No se encontraron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La clase más abundante como ya se describió fue la de las aves; de especies de mamíferos y reptiles no se obtuvieron resultados.

En lo que respecta a la abundancia y diversidad de especies, la siguiente tabla representan los resultados obtenidos:

Tabla IV 60 Presencia de especies dentro del área de estudio

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	Total	Abundancia relativa (%)
Luis Bienteveo	*Pitangus sulphuratus*	10	16.1
Calandria de Baltimore	*Icterus galvula*	6	9.7
Tordo cantor	*Dives dives*	16	25.8
Chipe cejas negras	*Basileuterus culicivorus*	2	3.2
Mielero patas rojas	*Cyanerpes cyaneus*	2	3.2
Piranga encinera	*Piranga flava*	4	6.5
Cernícalo americano	*Falco sparverius*	2	3.2
Tortolita cola larga	*Columbina inca*	14	22.6
Zopilote aura	Cathartes aura	6	9.7
TOTAL		62	100

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Índices de riqueza y diversidad

El concepto de diversidad ha sido durante años intensamente discutido por los ecólogos, derivándose de su utilización algunos problemas de tipo semántico, conceptual, y técnico. Es importante señalar que si bien, como ocurre con numerosos métodos, el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, pero es fundamental al utilizarlos considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

El problema básico de la medición de estos parámetros es que no es posible contar todas las especies individuos de una comunidad y por lo tanto, no existe ningún índice que se extrajo en su medición. Hay índices mejores que otros, dependiendo del tipo de colecta que se realice. Se utilizaron los métodos que a continuación se describen:

El índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} \pi_i \ln \pi_i$$

La diversidad máxima (H_{max}= lnS) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente $H/H_{max}=H/lnS$, que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad (□i= 1/S).

Índice de Simpson

De acuerdo con la clasificación de los índices propuesta anteriormente el índice de Simpson pertenece a la clase aditiva (2.8) si hacemos que πi = 1, es decir todas las especies tienen el mismo rango y R(π)= 1 - πi. Entonces:

$$\lambda_{Simp} = \sum_{i=1}^{k} \{1 - \pi_i\}\pi_i = 1 - \sum_{i=1}^{k} \pi_i^2$$

Por lo tanto

$$D = \sum \left(\frac{n_i (n_i - 1)}{N(N-1)} \right)$$

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Weiner, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

Se describen los métodos de estimación de la biodiversidad expresada mediante la riqueza y el índice de Shannon, se propone un método de muestreo para la inferencia, y se discuten los resultados de nueve especies de aves.

Debido a que solo se obtuvo el registro de aves, los índices de mamíferos y reptiles están sin datos, solo se enlistan en la tabla de modo representativo, pero sin ningún resultado.

Tabla IV 61. Índices de Biodiversidad para los órdenes encontrados en el proyecto.

Orden	Índice de Shannon Wiener	Índice de Simpson
Reptiles	-	-
Aves	1.94	0.83
Mamíferos	-	-

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Gráfica IV 17 Número de especies observadas en el proyecto



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

El uso generalizado del índice de Shannon como una expresión sintética de la biodiversidad ha estimulado la aparición de estimadores que corrigen el sesgo y mejoran la cuantificación de la variabilidad aleatoria para permitir la construcción de intervalos de confianza. Hasta la década pasada el estimador máximo verosímil constituyó la única opción y su uso generalizado produjo con toda seguridad subestimaciones de los valores reportados en la literatura. La aparición de alternativas que mejoran la estimación puntual porque corrigen el sesgo negativo, como la de Chao y Shen (2003) o de Pla (2004), revitalizan la utilidad de este índice. De acuerdo con nuestros resultados obtenidos, las aves son las más representativas en el área del proyecto, con una diversidad media, donde presenta un Índice de Shannon de 1.94 y un índice de Simpson del 0.83 que nos indica esa diversidad dentro del área; para las aves de acuerdo con nuestros resultados existe una diversidad baja.

Descripción de los grupos faunísticos.

Aves

Tabla IV 62 Índices de Biodiversidad para las aves encontradas en el proyecto.

Nombre científico	Nombre Común	# de individuos	Abundancia relativa (%)	Índice de Shannon
Luis Bienteveo	*Pitangus sulphuratus*	10	16.1	0.294
Calandria de Baltimore	*Icterus galvula*	6	9.7	0.226
Tordo cantor	*Dives dives*	16	25.8	0.350
Chipe cejas negras	*Basileuterus culicivorus*	2	3.2	0.111
Mielero patas rojas	*Cyanerpes cyaneus*	2	3.2	0.111
Piranga encinera	*Piranga flava*	4	6.5	0.177
Cernícalo americano	*Falco sparverius*	2	3.2	0.111
Tortolita cola larga	*Columbina inca*	14	22.6	0.336

Zopilote aura	Cathartes aura	6	9.7	0.226

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

La riqueza fue de nueve especies, presentando la mayor dominancia *Dives dives* (Tordo cantor) con 16 individuos registrados (258% del total de las especies), seguida de *Columnina inca* (Tortolita cola larga con el 22.6% y *Pitangus sulpguratus* (Luis Bienteveo) con el 16.1%. El índice de Simpson para dicho grupo es de 0.83 y el de Shannon-Wiener de 1.94 presentando una diversidad media.

Se empleó el método de puntos, las distancias entre puntos y transectos deben ser tales que no se cuente el mismo individuo en dos puntos o transectos distintos.

Se hicieron recorridos a cada 500m durante todo el transecto y puentos al azar en el SAR para estimar la abundancia y diversidad, contando un total de 62 aves en total. Aparentemente las zonas de máxima vegetación ofrecen una gran variedad de hábitats, así como de oportunidades de alimentación, refugio y reproducción, creando microambientes para estos organismos. Muchas de estas aves se localizan dentro del dosel para su protección y/o utilizan el área como zona de descanso, por lo que estas especies no se verán afectadas por el proyecto, ya que ellas mismas al sentirse amenazadas buscan refugio en zonas más seguras.

Tabla IV 63 Diversidad de las aves encontradas en el proyecto.

Riqueza	**9**
Índice Simpson	0.830
Índice H'	1.941
Equidad	0.470

Grupo faunístico indicador de la situación medioambiental

Las aves son un grupo modelo para estudios biológicos en general, se utilizan como indicadoras de la conservación de especies silvestres y para identificar regiones perturbadas o que necesitan protección, ya que son buenas indicadoras del potencial de la biodiversidad de una región porque son fáciles de observar y monitorear. Por lo que para este proyecto de modernización son nuestro grupo indicador del estado de conservación del ecosistema no sólo del área donde se ampliará la carretera sino de sus alrededores también. Esta descripción es solamente representativa de las aves observadas durante los recorridos de campo para realizar el inventario de flora, sin un seguimiento por estaciones, las especies observadas son las residentes comunes de nuestro estado.

Para efectuar la identificación de las aves se basó en la experiencia misma del consultor pues en este caso así se pudo efectuar, en caso contrario se cuenta con apoyo de guías de identificación de aves. Debido a que se utilizara un espacio impactado para el proyecto, ya no existe vegetación ni fauna silvestre susceptible de afectación en el trazo, toda vez que en su momento las especies se desplazaran a zonas con cobertura vegetal a la relacionada con las especies, de tal forma que no existirá afectación a la fauna silvestre local por el desarrollo del proyecto.

La generación de ruido que producirán tanto la maquinaria pesada y los camiones de volteo durante su operación, representa afectaciones mínimas sobre la fauna silvestre de la zona, al perturbar su

hábitat. Otro factor que puede ser negativo es la constante presencia de las personas que serán empleadas como mano de obra en el proyecto, que puede ahuyentar a los animales silvestres.

Medidas de mitigación

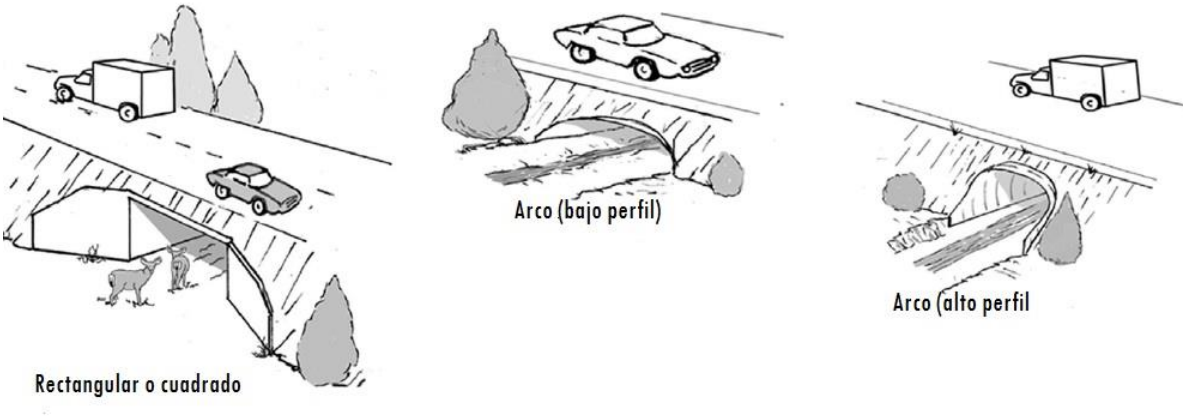
- Se deben establecer acciones de control y monitoreo de la fauna existente en la zona del proyecto, que aporten información técnica cualitativa y cuantitativa necesaria sobre los recursos bióticos y abióticos existentes en el área, a fin de agilizar y eficientar las acciones de manejo que se implementen. Es de capital importancia, establecer una base de datos que se actualice constantemente con base en los programas de monitoreo, a fin de proporcionar información pertinente sobre las condiciones reinantes en el área, así como los resultados sobre la pertinencia de los proyectos aplicados y la evolución histórica de los procesos regenerativos.
- Se estima que los impactos sobre la fauna serán reducidos de forma significativa mediante la implementación de medidas de mitigación específicas y genéricas, razón por la cual no se plantean medidas de compensación para fauna en este proyecto.
- Permitir y facilitar el escape y libre tránsito de la fauna silvestre que pudiera presentarse en el área, durante el desarrollo de las actividades de preparación del proyecto.
- Se deberán realizar acciones de capacitación y educación ambiental, dirigidos al total del personal participante en las obras, para evitar la caza o la captura de animales o simplemente los molesten.
- En los sitios de obra se instalarán señalamientos alusivos al comportamiento que deberá tener el personal respecto a la conservación de fauna silvestre.
- La actividad de reforestación coadyuvará a mejorar el hábitat de la fauna de la zona, alterado durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
- Las obras de drenaje que tengan las dimensiones de ser adecuadas como pasos de fauna servirán para el transito libre de especies de mamíferos y evitar su atropellamiento.

Creación de pasos de fauna

Durante la prospección de campo, se llevará a cabo la identificación de las obras de drenaje presentes en el trazo del proyecto. Cada una de ellas ya fue georeferenciada y ubicada en un mapa para su mayor localización.

Mediante esa información de toman las características de estas obras de drenaje, para así determinar sus dimensiones y como deben ser acondicionadas para funcionar como pasos para la fauna silvestre localizada en este proyecto.

Imagen IV 60 Tipos de pasos de Fauna Silvestre



Para considerar que tipo de paso de fauna será construido y/o modificado, es necesario conocer que especies de animales se localizan cercanas al proyecto. Por lo que se debe hacer un monitoreo previo y tener el antecedente de las especies silvestres que habitan cercanas al proyecto.

La permeabilización de las infraestructuras viarias al paso de fauna no sólo debe garantizarse en tramos que afecten hábitats de alto interés para la conservación, sino en todo tipo de hábitats naturales, e incluso los constituidos por ambientes agrícolas o con transformaciones compatibles con la presencia de fauna silvestre. No obstante, la intensidad de las actuaciones será distinta según el interés de los hábitats afectados, estableciéndose los requerimientos mínimos de permeabilidad que se indican en la tabla siguiente.
Las densidades de pasos que se indican a continuación son orientativas y la ubicación concreta de las estructuras se aproximará lo más posible a los puntos que coincidan con rutas de desplazamiento habitual de fauna y zonas de interés para la dispersión de fauna.

Tabla IV 64 Densidades mínimas de pasos de fauna para distintos grupos de referencia (Tomado de Ministerio de Medio Ambiente 2006).

TIPOS DE HÁBITAT INTERCEPTADOS	NÚMERO MÍNIMO RECOMENDADO DE PASOS PARA DISTINTOS GRUPOS DE VERTEBRADOS	
	PASOS ADECUADOS PARA GRANDES MAMÍFEROS	PASOS ADECUADOS PARA VERTEBRADOS MEDIANOS Y PEQUEÑOS
Hábitats forestales y otros tipos de hábitat de interés para la conservación de la conectividad ecológica.	1paso/Km	1paso/500m
Hábitat transformado por las actividades humanas (incluyendo zonas agrícolas)	1paso/3 Km	1paso/Km

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2006

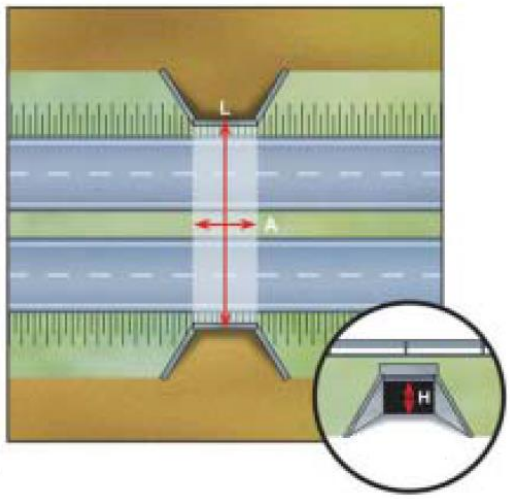
La mayoría de estas estructuras pueden funcionar como pasos de fauna, en particular si se construyen puentes y viaductos que por sus dimensiones permiten el libre paso de fauna. En cuanto a las estructuras de drenaje menor, aun cuando estas pueden funcionar como pasos de fauna, es necesario que algunas de estas estructuras sean modificadas para que tengan un uso mixto; es decir estas deberán permitir el libre flujo de agua y a su vez funcionar como pasos de fauna, permitiendo la permeabilidad entre los parches de vegetación.

Cabe mencionar que el número, diseño y ubicación de los pasos de fauna pueden cambiar una vez que se comience a trabajar con la construcción del proyecto, por lo que será necesario contar con la colaboración de personal especializado en fauna, para que, con base en las especies de la región y las necesidades de estas, se modifique el número, ubicación y diseño de los pasos de fauna.

Dimensiones de los pasos

- Las dimensiones mínimas para cada tipo de paso que se indican a continuación son de indispensable aplicación para garantizar la efectividad del paso.
- Las dimensiones recomendadas se aplicarán cuando se requiera incrementar la efectividad de un determinado tipo de paso.
- No se construirán pasos que superen los 40 m de longitud, salvo casos excepcionales en los que técnicamente no sea viable ninguna otra alternativa.
- Siempre que sea posible los pasos se construirán perpendiculares a la infraestructura, con la finalidad de reducir su longitud.
- Las dimensiones del paso que se indican en el apartado siguiente hacen referencia a la anchura y altura de la sección de la estructura (véase figura), así como a su índice de apertura. Este valor, calculado a partir de la relación entre la sección (ancho x alto) y la longitud del paso, permite considerar el requerimiento de pasos de mayor sección en vías de alta capacidad (autopistas y autovías) que en carreteras convencionales.

Imagen IV 61 Obtención de la anchura, longitud y altura de los pasos.





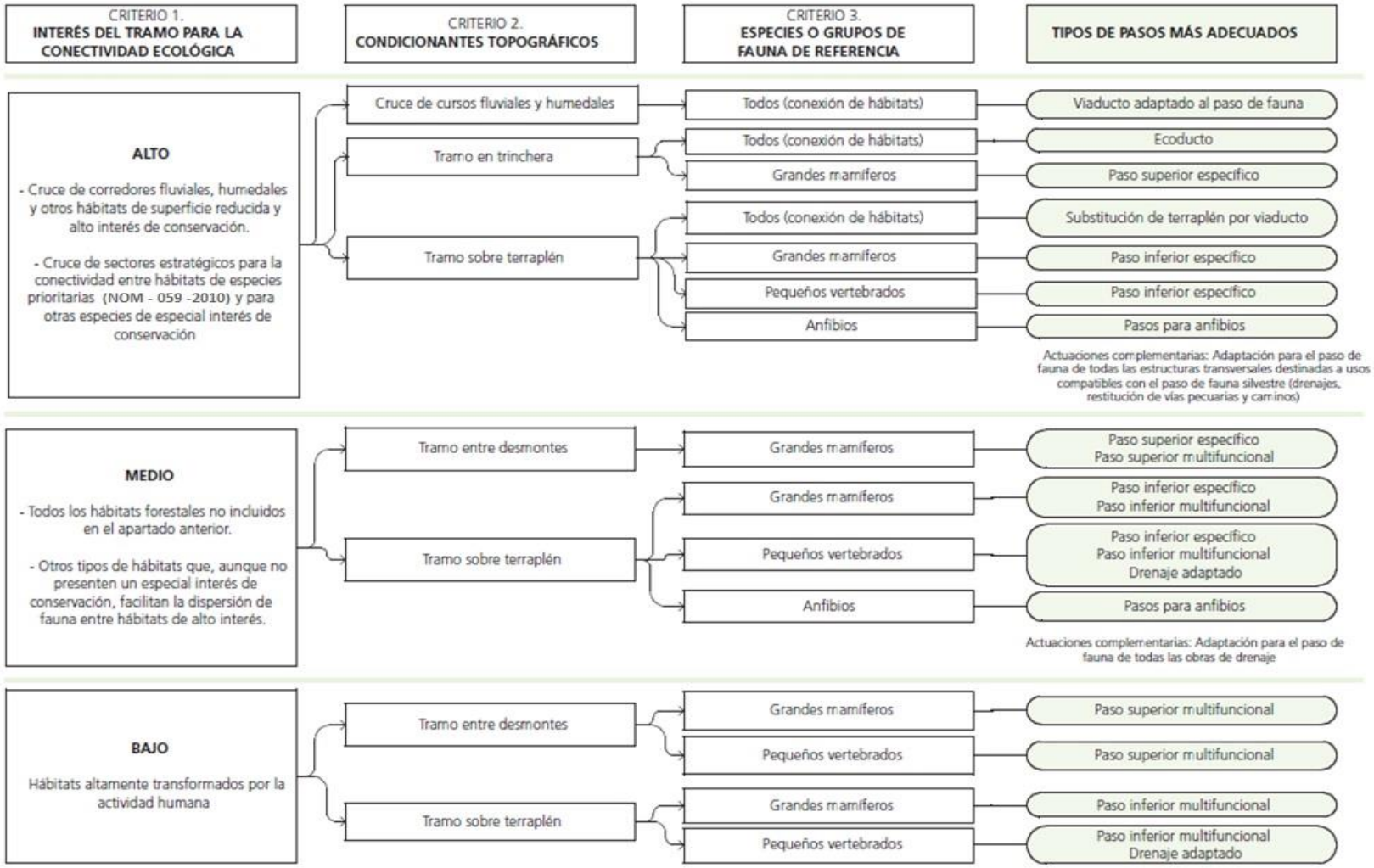
PASO INFERIOR ESPECÍFICO PARA PEQUEÑOS MAMÍFEROS

Características y prescripciones básicas

– En los tramos donde se requiera aumentar la permeabilidad para pequeños vertebrados y en los que no se disponga de suficientes drenajes que puedan adaptarse para el paso de fauna, será necesario construir pasos adecuados para las especies de pequeño y mediano tamaño. También es posible construir este tipo de estructuras en vías en funcionamiento, en tramos en los que se registre una alta mortalidad de alguna especie de alto interés y susceptible de usar estos pasos.
– Son adecuados para los tramos en los que el trazado de la infraestructura discurra sobre terraplén.
– Se construirán preferentemente a partir de marcos de sección cuadrada o rectangular, ya que facilitan una mayor superficie en la base que las estructuras circulares.



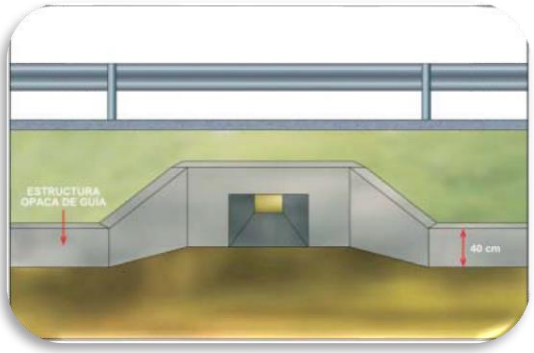
Tabla IV 65 Aplicación a los proyectos de nuevas infraestructuras viarias de la integración de los criterios para la elección de la ubicación y características de los pasos de fauna.



Dimensiones:
– Mínima: 2 x 2 m; 1.5 X 2M
– Los pasos deben tener la mínima longitud posible, por ello, siempre que sea posible, se construirán perpendiculares a la vía, y no excederán los 40 m de longitud.

Tipologías constructivas.
– Cajón

Imagen IV 62 Distribución de las plantaciones en los accesos a los pasos de fauna





Acondicionamientos.
Adecuación del interior del paso
– Deberá asegurarse un buen drenaje de la estructura con el objeto de evitar la inundación del paso, incluso después de períodos de fuertes lluvias, ya que la presencia de una lámina de agua dificulta el paso de muchas especies. Si se prevén períodos de inundación temporal la base de la estructura se adecuará de manera que, en todo momento, se mantengan franjas laterales secas de cómo mínimo 1 m de anchura.
– Es preferible que la base del paso mantenga sustrato natural. Por ello son preferibles las estructuras de sección abierta, como los pórticos o bóvedas.
– La revegetación sólo es viable en los tramos más próximos a los accesos, ya que en el tramo central del paso las condiciones no son adecuadas para el crecimiento de la vegetación.

Acondicionamientos de los accesos
– Se realizarán plantaciones y se instalará el cerramiento perimetral de manera que guíen a la fauna hacia los accesos del paso.
– Se evitará que carreteras transitadas discurran próximas y perpendiculares a las entradas del paso, ya que dificultarían su uso por parte de la fauna.
– Si la infraestructura viaria situada por encima del paso tiene una alta intensidad de tráfico, es recomendable instalar pantallas opacas en la parte superior de la estructura, para atenuar las perturbaciones generadas por el tráfico de vehículos.

Variaciones a la propuesta base
– Si se utilizan estructuras de sección cerrada, es recomendable recubrir la base de hormigón con sustrato natural.
– Para facilitar refugios a los animales de pequeño tamaño y, así, facilitarles el uso del paso, se pueden instalar hileras de piedras, tocones de árboles, troncos o ramas secas en los márgenes laterales de la estructura.

Mantenimiento

– Deberá asegurarse la correcta instalación y mantenimiento del cerramiento perimetral para detectar y corregir la aparición de desperfectos.

– Se programarán limpiezas periódicas para retirar los residuos u otros elementos que obstaculicen el paso.

CONDICIONAMIENTO DE LOS ACCESOS A LOS PASOS

Características y prescripciones básicas

– Para facilitar el uso de los pasos de fauna, es importante que los accesos a los mismos estén bien conectados con el entorno adyacente y que se oriente a los animales hacía las entradas. Los cerramientos son indispensables en la mayor parte de los casos para conducir a los animales a los accesos del paso.

Plantaciones

– Se realizarán plantaciones en las proximidades de los accesos, formando franjas de arbustos paralelas al vallado perimetral para conducir a los animales hacia las entradas de las estructuras, ofreciéndoles refugio y protección frente a la luz y el ruido generados por el tráfico.

– También se realizarán plantaciones en franjas oblicuas o perpendiculares a la infraestructura que conecten la vegetación de los accesos al paso con la de los hábitats adyacentes.

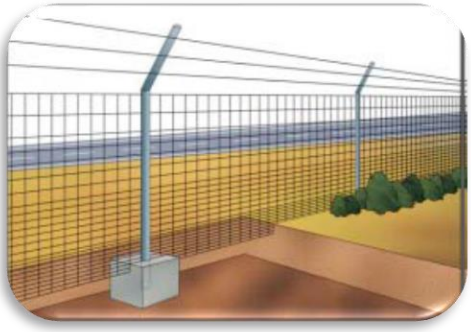
– En los sectores centrales se mantendrá una zona con menor densidad de vegetación, o sólo con vegetación herbácea, con el objetivo de que los animales perciban con claridad el acceso al paso y no se muestren reticentes a entrar en él.

– Para las plantaciones se utilizarán siempre especies autóctonas, propias de las comunidades vegetales del entorno, y que tengan bajos requerimientos hídricos y de mantenimiento. La plantación de arbustos que produzcan frutos comestibles puede facilitar la atracción de algunas especies hacia las proximidades del paso.

Cerramientos

– Deberá escogerse, en cada caso, el tipo de cerramiento más adecuado en función de las especies a las que se pretenda orientar hacía los pasos de fauna.

Imagen IV 63 Cerramientos en sitios de los pasos de fauna





– La probabilidad de que un animal localice los accesos a un paso de fauna mejora si los vallados perimetrales se instalan adecuadamente, dispuestos de manera que conduzcan a los animales hacía las entradas de la estructura que les permitirá cruzar la vía.

– El cerramiento deberá estar bien conectado con las aletas de la estructura destinada al paso de fauna, de manera que no queden espacios por donde los animales puedan acceder a las plataformas de circulación de vehículos.
– En sectores de vías de alta intensidad de tránsito que discurren sobre terraplenes con pasos inferiores destinados a la fauna, es recomendable la instalación de pantallas opacas en la parte superior de los taludes, para atenuar las perturbaciones que el tráfico genera en los accesos

Acondicionamiento del terreno
– La morfología de los accesos se adaptará a la topografía del terreno, favoreciendo la integración del paso en su entorno y facilitando una óptima conexión con los taludes y los terrenos adyacentes.
– Se deberá evitar la presencia de obstáculos en las entradas de los pasos que dificulten los movimientos de los animales.
– La restauración y acondicionamiento de accesos se realizará contando con toda la franja de expropiación asociada a la infraestructura. En algunos casos, como en grandes ductos o pasos específicos para la fauna, se deberá prever la expropiación de una superficie de terreno superior a la del dominio público de la vía.
– En los pasos específicos para la fauna en los que exista el riesgo de acceso incontrolado de vehículos, se instalarán elementos que dificulten la circulación motorizada en las entradas del paso, como grandes bloques de piedra distribuidos de manera heterogénea y sin que obstaculicen el paso de fauna.

Mantenimiento
– Durante los primeros años después de realizar las plantaciones deben programarse riegos periódicos y proceder a la reposición de los ejemplares que puedan resultar dañados o que no sobrevivan.
– Se requieren siegas periódicas de la vegetación para mantener el diseño inicial de la zona restaurada y evitar la progresión de comunidades arbustivas o arbóreas. También es necesario limpiar en las entradas de los pasos en los que advierta un excesivo desarrollo de la biomasa vegetal, y especialmente en los drenajes que ven dificultado su uso por la fauna debido al desarrollo de malesas u otras especies.

Consideraciones Finales
Considerando la información que se requiere para el diseño de pasos de fauna, a continuación, se indican los contenidos que deberían figurar, como mínimo, en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) que se realizan en base al proyecto de trazado.
Con este documento se pretende únicamente enumerar las distintas informaciones que deben considerarse para minimizar los impactos sobre la fauna y sus hábitats, y reflejar como, a lo largo del proceso, se precisan enfoques distintos, desde el análisis territorial aplicado a las fases iniciales de selección del corredor de trazado, hasta la definición detallada de cada una de las medidas que se aplica en la fase del proyecto constructivo, o las actuaciones de mantenimiento y de evaluación de la efectividad de las actuaciones, que se llevarán a cabo durante la etapa de construcción de la carretera.
Prácticamente todas las especies de fauna silvestre pueden sufrir impactos causados por las infraestructuras carreteras. En la fase de Evaluación de Impacto Ambiental es fundamental

identificar con detalle las especies más vulnerables, valorar los impactos y definir las medidas destinadas a prevenirlos o reducirlos. En relación con el efecto barrera y la mortalidad causada por la vía, que son el objetivo de este documento los grupos que requerirán más atención son los que se detallarán a continuación, indicando cuales son los aspectos que más condicionan su uso de los pasos de fauna.

La Tabla siguiente sintetiza los requerimientos que se han revelado como especialmente significativos para facilitar o para dificultar el uso de los pasos de fauna por parte de distintos taxones. La información se ha obtenido a partir de seguimientos de estructuras transversales realizados en diferentes estudios, sin detallar aspectos concretos que pueden ser importantes para algunas especies en particular. En todo caso, siempre que pueda resultar afectada una especie de la fauna silvestre calificada como amenazada, se requerirán análisis complementarios realizados por expertos en la ecología de esta especie, para concretar el diseño de las medidas que se apliquen.

Tabla IV 66Variables determinantes en el uso de estructuras acondicionadas como pasos de fauna.

GRUPO TAXONÓMICO	**CONDICIONES QUE INFLUYEN EN EL USO DE UN PASO DE FAUNA**	
	FAVORECEN SU USO	**DIFICULTAN SU USO**
Anfibios 	• Ubicación adecuada 1. • Presencia de humedad o agua en el interior (sin que cubra toda su anchura) y en las entradas al paso. • Dimensiones amplias (excepto si se trata de pasos específicos con cerramientos de intercepción y guía hacia los pasos).	• Existencia de grandes desmontes o terraplenes en el sector donde se ubica el paso. • Existencia de escalones o pozos en los accesos del paso.
Reptiles 	• Sustrato natural. • Buen acondicionamiento de la vegetación en las entradas al paso.	• Existencia de grandes desmontes o terraplenes en el sector donde se ubica el paso. • Presencia de agua en el interior y en los accesos del paso.
Pequeños mamíferos 		• Presencia de agua en el interior y en los accesos del paso.
Lagomorfos 	• Dimensiones amplias (mínimo 2 x 2 m). • Buena visibilidad de la boca opuesta de la estructura, desde la entrada al paso.	• Base de chapa metálica corrugada. • Existencia de escalones o pozos en los accesos del paso.
Carnívoros 	• Ubicación adecuada.1 • Buen acondicionamiento de la vegetación en los accesos al paso. • Dimensiones amplias (mínimo 2 x 2 m) y buena visibilidad de la boca opuesta de la estructura, desde la entrada al paso (esta variable, según los resultados de seguimientos, sólo es relevante en caso del zorro)	• Presencia de agua cubriendo toda la base del paso. • Sustrato de chapa metálica corrugada (excepto para gineta y garduña).
Ungulados 	• Ubicación adecuada.1 • Dimensiones amplias. • Buen acondicionamiento de la vegetación en los accesos del paso.	• Acceso al paso a través de rampas pronunciadas (paso situado a diferente nivel que los entornos).

Fuente: Adaptado a partir de Rosell y Velasco Rivas (1999).

IV.2.2.2.3. COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES

Entendamos por Población a los organismos de la misma especie que viven en un área específica y a una comunidad, al Conjunto de organismos de especies diferentes que viven en un área e interactúan a través de relaciones tróficas y espaciales.

La información capaz de asegurar la permanencia de los seres vivos a través del tiempo está contenida en los genes de cada individuo. Éstos definen las formas de vida tan distintas en el planeta. La sobrevivencia de las especies ante cambios drásticos del medio ambiente depende en gran parte de la diversidad genética presente en sus poblaciones; ésta es la base para la evolución y la selección natural.

La pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas también conllevan una degradación cualitativa y cuantitativa de los servicios ambientales que nos prestan y de los que depende directamente el bienestar de todas las personas (CONANP, 2007).

Desafortunadamente, la degradación y la pérdida de la diversidad biológica no reconoce precedentes (CONABIO, 2000; Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Nunca en la historia de la vida se habían encontrado tantas especies en riesgo de extinción en un tiempo tan corto, especialmente durante las últimas décadas. Tampoco se había visto que factores, como el crecimiento de la población humana y los avances de la tecnología, pusieran en riesgo a la biodiversidad. Esta lamentable situación se ve exacerbada por la distribución desigual de las riquezas en el mundo y la aplastante pobreza en que viven muchos de los países tropicales que cuentan con la mayor biodiversidad (Primack, 1993).

Para conocer composición de una comunidad existen medidas, atributos importantes como la riqueza y la diversidad de especies que describen la composición de una comunidad, es por ello por lo que se hace referencia a continuación.

Con respecto a la Fauna, la herpetofauna y los mamíferos presentan una diversidad nula y para las aves el índice de Simpson es de 0.83 y el de Shannon-Wiener de 1.94 presentando una diversidad media de acuerdo con Magurray (1988), que nos indica esa diversidad dentro del área, en los diferentes usos de suelo que se localizan dentro del proyecto. Las poblaciones de animales se distribuyen correlativamente a los tipos de vegetación, con apoyo de la clave para determinar la vegetación (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie V escala 1 250 000, se determinó que los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional son los siguientes: Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino y Vegetación Secundaria Arborea de Bosque de Pino-Encino

Si se observa la riqueza de especies por grupo taxonómico a nivel de entidad federativa, resulta claro que ni la riqueza, ni el conocimiento de las especies se distribuyen homogéneamente a lo largo del territorio. Existen zonas particularmente ricas en especies en las que también se ha hecho un mayor esfuerzo de colecta: por ejemplo, en el sureste, los estados de Oaxaca, Veracruz y Chiapas son los más ricos a nivel nacional en especies de vertebrados, plantas vasculares y artrópodos. Las especies que sólo se encuentran en nuestro territorio, es decir, las especies endémicas, también complementan de manera importante la riqueza biológica de México. Se calcula que entre 50 y 60% de las especies de plantas vasculares que se conocen en el país son endémicas (Sarukhán, 2009).

Entre ellas, las orquídeas y cactáceas son algunas de las familias que cuentan con mayor porcentaje de especies endémicas (60 y 50%, respectivamente). Por su parte, de las 535 especies de mamíferos, 161 son endémicas (30%) y de las 1,096 especies de aves, 125 son endémicas (11%). Ahora bien, si el endemismo se analiza por el tipo de vegetación, se encuentra que en los matorrales xerófilos y en los bosques de coníferas, más del 60% de las especies son endémicas, mientras que sólo 5% de las especies del bosque tropical perennifolio tienen este carácter (Rzedowski, 1998).

De forma segura se generaliza, que las poblaciones de vertebrados incluyendo al hombre, pueden existir en altas concentraciones y de manera saludable y armónica, únicamente en suelos ricos y bien irrigados (Leopold, 1972). La erosión del suelo y la degradación de este, inevitablemente reducen la capacidad de la tierra para el mantenimiento del ganado, las personas también pierden los recursos hidráulicos (agua). Por lo tanto, el uso del suelo que nos lleva a la desecación de este y a la reducción de su fertilidad es una forma de "carrera suicida" para la población humana, y la fauna silvestre es exterminada en el proceso.

IV.2.2.2.4. BIODIVERSIDAD

México, por su situación geográfica, representa un ecotono entre dos grandes regiones biogeográficas, la neártica y la neotropical, y cuenta por esa condición con una riqueza de flora y fauna muy basta, ubicándose entre los países de mayor biodiversidad; en cuanto a diversidad faunística se refiere, se encuentra dentro de los diez países de mayor "megadiversidad". En México contamos con alrededor de 449 especies de mamíferos (Hall 1981, McNeely *et al*., 1990), 1 424 especies de aves (Eisenmann 1955), unas 282 especies de anfibios y alrededor de 717 especies de reptiles (McNeely et al. 1990, Smith y Taylor 1966). Debido a esto se considera como un país megadiverso en el que algunos grupos de organismos están ampliamente representados. Mittermeier y Goettsch (1992) indican que por su número de plantas vasculares (veintiseis mil especies), México ocupa el cuarto lugar en biodiversidad a escala mundial. De manera similar, por el número de especies animales, los reptiles, mamíferos y anfibios sitúan al país entre el primero y cuarto lugares.

La diversidad biológica es un concepto que normalmente asociamos con la variedad de especies de animales y plantas observables a simple vista. No obstante, para el Convenio de Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (CDB), su definición es más amplia y abarca la variedad de las especies vivientes, no sólo las plantas (Plantae) y los animales (Animalia), sino los hongos (Fungi), protozoarios (Protista) y bacterias (Monera). Además, la biodiversidad también incluye a los ecosistemas que las especies habitan y la variabilidad genética que éstas poseen (CDB, 1992; CONABIO, 2000). Recientemente se ha propuesto incluir a la variedad de plantas domesticadas por el hombre y sus parientes silvestres (agrobiodiversidad), la diversidad de grupos funcionales en el ecosistema (herbívoros, carnívoros, parásitos, saprófitos, entre otros) y la diversidad cultural humana (costumbres, lenguas y cosmovisiones).

La biodiversidad no se distribuye de manera homogénea a lo largo del planeta. Existen países o regiones que concentran importantes cifras de especies, actualmente identificados como megadiversos (Mittermeier, 1988; Akeroyd y Synge, 1992). Estas zonas de megadiversidad han sido propuestas como de interés especial para su protección por la alta riqueza de especies que albergan. Sin embargo, existe dentro del concepto de biodiversidad un componente más particular y que ha

destacado también tanto por su relevancia biogeográfica como por su interés en la biología de la conservación: el endemismo.

A la fecha, en México se conocen cerca de 65 mil especies de invertebrados, en su mayoría insectos (alrededor de 48 mil especies). Con respecto a los vertebrados, se tienen registradas 5 512 especies (lo que representa alrededor de 10% de las conocidas en el mundo), de las cuales la mayoría son peces (2 716) y aves (1 096 especies). En riqueza de reptiles, el país ocupa el segundo lugar mundial (con 804 especies), el tercero en mamíferos (con 535) y el cuarto en anfibios (361; Figura 4.2). En lo que respecta a la flora nacional, México está entre los cinco países con mayor número de especies de plantas vasculares: se han descrito poco más de 25 mil especies (la mayoría angiospermas: 23 791 especies), lo que equivale aproximadamente a 9.1% de las especies descritas en el mundo (alrededor de 272 mil).

Los estudios tradicionales de biodiversidad se basan en análisis cuantitativos de la estructuración de las entidades que forman parte de un paisaje, y se obtienen como resultados valores con los que se puede inferir la biodiversidad proporcional de una zona (Noss, 1990). La historia geológica, relieve, topografía y régimen climático tan heterogéneos le confieren cualidades especiales para el desarrollo de una amplia biodiversidad en un territorio que apenas representa el 1% de la superficie nacional. La biodiversidad proporciona una variedad de bienes y servicios de los cuales depende directa o indirectamente el bienestar humano. Los servicios que los ecosistemas proveen a las sociedades pueden ser de provisión, regulación, soporte y culturales.

Además, la biodiversidad, específicamente los ecosistemas, otorgan servicios (ecosistémicos o ambientales) a la sociedad que pueden ser 1) de provisión, a través de todas las materias primas como fibras, madera, agua y alimentos; 2) de regulación, como la regulación del clima, de enfermedades y control de la erosión; 3) de soporte, como la formación de suelos y reciclado de nutrientes, y 4) culturales, como fuente de inspiración artística o espiritual, sitios recreativos, entre otras (CONABIO, 2006).

El conocimiento sobre la diversidad local y regional es esencial para el manejo de los recursos biológicos, incluyendo la promoción de la conservación de especies (Bojórquez-Tapia et al., 1994). Por esta razón, los listados de especies o inventarios biológicos son esenciales para entender la diversidad de organismos de una región, su historia, función, manejo y conservación.

La biodiversidad de Oaxaca se debe a su gran variación de suelos, climas y a su compleja orografía, por ello es considerado como el estado con mayor diversidad biológica del país. Esta biodiversidad proporciona una variedad de bienes y servicios de los cuales depende directa o indirectamente el bienestar humano. Los servicios que los ecosistemas proveen a las sociedades pueden ser de provisión, regulación, soporte y culturales.

La presencia de más de 12 mil 500 especies de flora y fauna convierten a Oaxaca en el estado con mayor biodiversidad de la República Mexicana; la protección y conservación de los ecosistemas en los que ésta converge, son una responsabilidad y compromiso de todos los actores de la sociedad.

Por la biodiversidad de especies que contienen y por los servicios que aportan en beneficio de la sociedad y la economía del país al proveer alimento, agua, madera y fibras, regular el clima, conservar los suelos y permitir el reciclaje de la materia orgánica, la conservación de las selvas tropical húmedas, los bosques mesófilos de montaña y las selvas secas es prioritaria a nivel nacional e internacional.

IV.2.2.2.5. ECOSISTEMAS

Un ecosistema es un nivel de organización constituido por seres vivos y componentes inertes interrelacionados. Es, además, un sistema en el que la materia circula de forma cíclica (sin pérdidas) y la energía en forma de flujo (con pérdidas en cada uno de los eslabones por los que pasa). En un ecosistema distinguimos, por consiguiente, dos componentes diferentes: Componentes *bióticos*. Son el conjunto de seres vivos (microorganismos, plantas, animales, etc.). Éstos se agrupan en poblaciones y comunidades o biocenosis. Componentes abióticos. Son todos los elementos fisicoquímicos (temperatura, iluminación, salinidad, composición química del sustrato, etc.) del medio o biotopo.

Los límites espaciales de los ecosistemas se denominan ecotonos y suelen estar determinados por cambios más o menos bruscos en las características de la comunidad y del biotopo. Estos límites generalmente ofrecen un especial interés ecológico, ya que suelen coincidir con áreas de una gran riqueza de especies.

Podemos definir ecosistema como el conjunto del biotopo y la biocenosis de un determinado lugar en el que, además, cada especie posee un nicho ecológico determinado. En otras palabras, cada una de las especies de un ecosistema cumple una determinada función que recibe el nombre de nicho ecológico, mediante la cual se procura el sustento. Por ejemplo, entre los herbívoros, unos ocupan el nicho de comer hojas, mientras que otros comen corteza, raíces, savia, etc. De esta forma, cada especie está ecológicamente definida por un domicilio (el hábitat) y por una función (el nicho). Resulta además útil distinguir entre nicho fundamental, que es aquel en el que potencialmente la especie puede desarrollarse, y el nicho efectivo, que es aquél que realmente ocupa la especie debido a combinaciones especiales de condiciones, la interacción con otros organismos, etc.

Específicamente los ecosistemas, otorgan servicios (ecosistémicos o ambientales) a la sociedad que pueden ser 1) de provisión, a través de todas las materias primas como fibras, madera, agua y alimentos; 2) de regulación, como la regulación del clima, de enfermedades y control de la erosión; 3) de soporte, como la formación de suelos y reciclado de nutrientes, y 4) culturales, como fuente de inspiración artística o espiritual, sitios recreativos, entre otras (CONABIO, 2006).

Hay muchos tipos de ecosistemas terrestres que difieren en estructura y funcionamiento. Las diferencias climáticas de un lugar a otro determinan en gran medida los tipos de ecosistemas que existen y la forma en la que los distinguimos depende de la fisionomía de la vegetación dominante, la cual está influenciada principalmente por el macroclima.

Oaxaca está ligada a la presencia de prácticamente todos los ecosistemas y tipos de vegetación que caracterizan a todo el planeta, desde matorrales espinosos en las zonas áridas hasta bosques tropicales siempre verdes en las zonas más húmedas, y desde arrecifes de coral y manglares en la costa del Pacífico hasta bosques de niebla, encinares, pinares y bosques de oyamel en las montañas más altas. Pocos lugares del mundo, aun en los países de mayor biodiversidad como Brasil, Colombia o Indonesia, muestran una riqueza comparable de ecosistemas.

El conocimiento sobre la diversidad local y regional es esencial para el manejo de los recursos biológicos, incluyendo la promoción de la conservación de especies (Bojórquez-Tapia *et al.*, 1994). Por esta razón, los listados de especies o inventarios biológicos son esenciales para entender la diversidad de organismos de una región, su historia, función, manejo y conservación.

IV.2.2.2.6. ECOSISTEMAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES

La degradación ambiental está ligada o interrelacionada con los cambios del uso del suelo. Ambas son resultado de un conjunto de actividades antropogénicas (deforestación, actividades agrícolas, asentamientos humanos, etc.), así como naturales (incendios, erosión, inundaciones, sequías, etc.) que imposibilitan la adecuada utilización o manejo de los recursos naturales (INEGI, 1980).

El cambio del uso del suelo a nivel mundial ha impactado irreversiblemente a muchos ecosistemas y en particular a la diversidad de especies.

Los usos del terreno se han incrementado por las necesidades de la población y las presiones de los mercados (en apariencia apremiantes y a diferencia de usos tradicionalmente más extensivos) y son ahora más agresivos a los ecosistemas. La afectación de los ecosistemas tiene escalas temporales y espaciales diferentes a las de las políticas y variables socioeconómicas, por lo que el legado ecológico, determinado por los diferentes usos previos en el mismo terreno, se torna sumamente complejo.

Como en numerosas partes de México y del mundo, la biodiversidad y la integridad funcional de los ecosistemas del noroeste de México están fuertemente amenazadas por el acelerado crecimiento demográfico y el impacto derivado de las actividades humanas (Stoleson et al., 2005).

Los principales agentes directos de cambio antropogénico en los ambientes terrestres de Oaxaca han sido la agricultura, la ganadería, la extracción forestal y el desarrollo urbano. Entre estas actividades productivas destaca la ganadería de bovinos, la cual ha sido una industria tradicional en la región.

Entre las principales amenazas a los ecosistemas ambientales están los tipos de vegetación, podemos mencionar: a) La conversión a agricultura incompatible con la conservación, b) Las prácticas ganaderas, c) El crecimiento urbano, d) El desarrollo de infraestructura vial (que se engloba dentro del cambio de uso del suelo, e) La contaminación, f) Especies invasoras y plagas (descortezadores, parásitos y fitoparásitos), g) El cambio climático y h) La sobreexplotación de especies.

El único uso de suelo y vegetación con vocación forestal representada dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto es la Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia con apenas 312.57 ha del total del SAR y el uso de suelo con mayor representatividad es Pastizal Cultivado con 9270.48 ha del total del SAR, posteriormente esta la Agricultura de Humedad Anual y Permanente con 231.22 ha y en menor medida Urbano Construido con 43.60 ha. Lo anterior afirmado se puede corroborar en la siguiente tabla:

En cuanto a la fauna, la cacería ilegal, la contaminación, la fragmentación y transformación de los hábitats, el incremento de perros y otros animales domésticos ferales, la promoción de prácticas ganaderas de alto impacto y las consecuencias del cambio climático, son las principales amenazas que se presentan en el estado.

Oaxaca, al igual que el resto del país, enfrenta un importante deterioro ambiental, que a su vez constituye una de las principales causas de pobreza y vulnerabilidad de sus pobladores, lo cual pone en riesgo el desarrollo presente y futuro de la entidad y del país en general. Este deterioro no es sino resultado de la falta de integración y armonización de criterios referentes a biodiversidad en las políticas y estrategias públicas de otros sectores a fin de garantizar el funcionamiento y mantenimiento adecuado de los ecosistemas.

La importancia biológica y ecológica del tipo de vegetación de Oaxaca reside principalmente en su biota tan rica y en el conjunto de valiosos servicios ecosistémicos que brinda, si bien éstos aguardan aún una evaluación adecuada. Por ello, no sólo debe preocupar la afectación tan severa que ha sufrido este ecosistema debido a diversos factores cuya intensidad, lejos de atenuarse, aumenta día a día, sino también la falta de información y conciencia sobre este ecosistema entre la población que coexiste con él de forma cotidiana. En las áreas de bosques que ya están fuertemente deterioradas habría que impulsar acciones de restauración. Sin embargo, en este rubro el estado de Oaxaca ha hecho un progreso casi nulo, por lo que será necesario hacer inversiones muy grandes de recursos económicos y humanos para este fin. Respecto a la conservación de áreas remanentes de esta vegetación, es preocupante la escasez de áreas naturales protegidas de carácter federal. No obstante, la existencia de iniciativas comunitarias y privadas de conservación en Oaxaca da lugar a un cierto optimismo, pero sus logros deberán ser revisados y evaluados con objetividad.

Una proporción significativa de los ecosistemas del planeta ha sido transformada o muestra señales de deterioro evidentes debido a las actividades humanas. Estos cambios han repercutido inevitablemente en el estado de su biodiversidad, sobre todo en los últimos 50 años, cuando la intensidad de estas actividades se ha incrementado y puesto a muchos grupos y especies en situaciones verdaderamente críticas (PNUMA, 2011). Esto ha sido consecuencia de la mayor demanda de espacio, alimento, agua dulce y energía que requieren las sociedades modernas. Actualmente, se reconoce que las principales amenazas a la biodiversidad, tanto en México como en el mundo, son el cambio de uso del suelo (impulsado principalmente por la expansión de la frontera agropecuaria y urbana), el crecimiento de la infraestructura (p. e., para la construcción de carreteras, redes eléctricas y represas), los incendios forestales, la sobreexplotación de los recursos naturales, la introducción de especies invasoras, la contaminación, el aprovechamiento ilegal y, más recientemente, el cambio climático global. Los siguientes párrafos se enfocan en la problemática de las especies invasoras y el tráfico ilegal, considerando que el cambio de uso del suelo, el crecimiento de la infraestructura, el uso de los recursos (principalmente forestales), la contaminación y los incendios forestales se abordan en otros capítulos de esta obra.

IV.2.2.3.1 PAISAJE

Como parte de una evaluación integral, se considera al paisaje como un elemento o sintético de todo un 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.

Valor del Paisaje en el sitio del trabajo

El término paisaje ha sido empleado a lo largo del conocimiento científico y dentro de la ecología del paisaje bajo muy diversos significados, tales como: naturaleza, territorio, área geográfica, medio ambiente, sistema de subsistemas, recurso natural, hábitat, escenario, ambiente cotidiano, entorno de un punto, pero ante todo y en todos los casos el paisaje es la manifestación externa, imagen, indicador o la expresión sintética de los procesos formadores o del conjunto de acciones que provocan su deterioro o conservación, en algún lugar del territorio o aquellos efectos que correspondan al ámbito natural o como resultado de actividades humanas. Como fuente de información, el paisaje se hace objeto de interpretación, a partir del cual, el hombre establece su relación con el paisaje como receptor de información y analiza, desde un punto de vista científico o lo experimenta emocionalmente.

Hay dos aspectos en el estudio del paisaje: el denominado paisaje total, que lo identifica con los factores ambientales que ejercen su influencia en el medio y el paisaje visual, cuya consideración corresponde más al enfoque estético o perceptual, el enlace entre ambos es evidente: el paisaje surge como manifestación externa del territorio, pero es interpretada de forma diferente. En el primero el interés es la importancia del paisaje como fuente de información sintética de la evolución ecológica del territorio, en el segundo se concreta lo que el observador es capaz de percibir del sitio.

Se puede definir al paisaje como el resultado de la combinación espacial y temporal de la geomorfología, clima, vegetación, fauna, hidrología, eventos asociados al vulcanismo o tectonismo, y de la incidencia de las alteraciones o procesos de tipo natural y las modificaciones antrópicas a través del uso del suelo, donde se incluyen todo el conjunto de actividades productivas, extractivas y de servicios.

La consideración global de los atributos del paisaje y sus relaciones enlaza con la visión ecológica del territorio como sistema integral (paisaje total), manifestación externa y transparente del territorio, y constituye el objetivo percibido y estudiado en el entorno, denominado paisaje visual o percibido.

El mayor aprecio del paisaje proviene de su consideración simultánea como: cualidad del espacio vivido, elemento del ambiente, manifestación territorializada cultural y recurso valorable económicamente para localizar actividades productivas y socioeconómicas y para preservar rasgos únicos del medio o sitios con biodiversidad excepcional o dignos de ser protegidos.

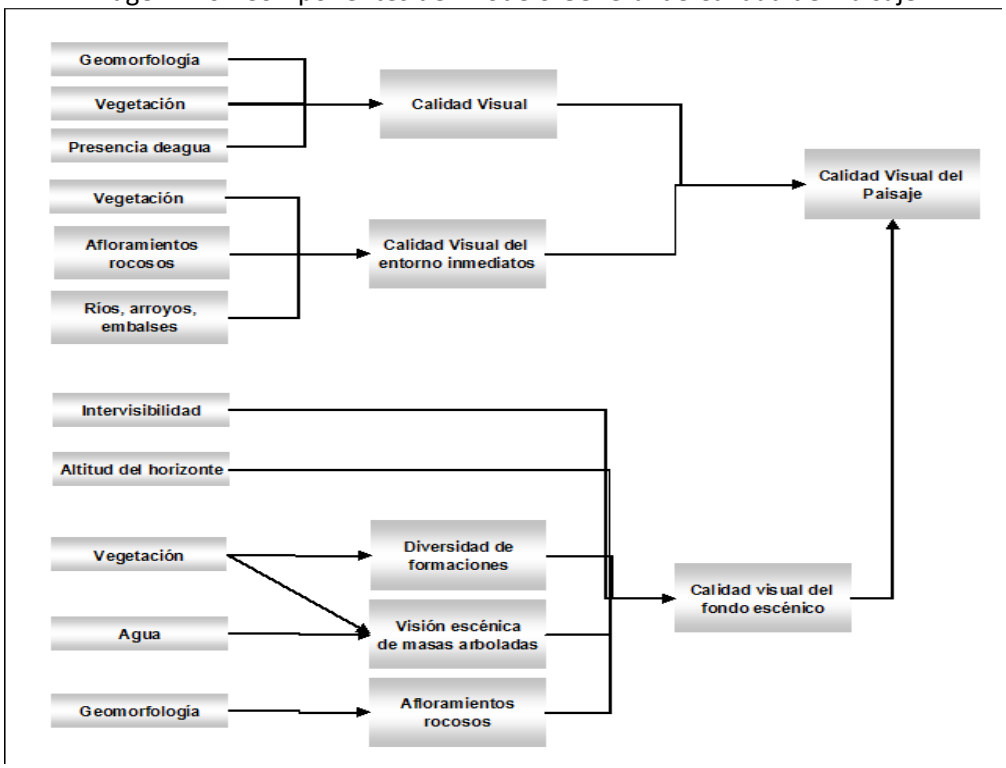
También el paisaje es memoria individual y colectiva. Los paisajes amados forman parte de nuestra experiencia personal, sus valores han sido transmitidos, de generación en generación, por diversos medios de enseñanza vivencial y para la formación de la sensibilidad hacia la naturaleza y la cultura. En el origen y evolución de los paisajes se pueden reconocer dos tipos de fuerzas, las constructoras y las destructoras. Entre las primeras se pueden mencionar las fuerzas internas de la tierra que levantan continentes, elevan cordilleras y pliegan o fracturan la corteza. Estas elevaciones se ven sometidas a los procesos modeladores producidos por el agua (en alguno de sus estados), el clima (precipitaciones, vientos, etc.) que, ayudados por la fuerza de gravedad o del viento, entre otros factores, transforman los relieves altos hasta convertirlos en llanuras.

Como se aprecia, el relieve constituye la base sobre la que actúan otros componentes del paisaje como son la cobertura vegetal, hidrología y actividades humanas, entre otros, que diferencian el paisaje frente a otros de características similares y a la vez contribuyen a su transformación, ya sea con una tendencia hacia la conservación o a la degradación.

Para la valoración del paisaje se utilizó la metodología de valoración directa a través de categorías estéticas manejada por: González Alonso Santiago *et al,* (1983), quienes indican su aplicación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos; en combinación con la identificación y descripción del paisaje total de acuerdo con Escribano *et al.*

Dichas metodologías fueron utilizadas, toda vez que son accesibles y manejables por un grupo multidisciplinario y su combinación permite la agilidad del proceso de valoración y que el equipo de trabajo coincida en sus apreciaciones en el lugar del escenario a valorar. Los componentes del modelo general del paisaje se sintetizan en la figura siguiente:

Imagen IV 64 Componentes del Modelo General de Calidad del Paisaje.



Fuente: Escribano *et al* (1987).

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 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.

La visualización de un paisaje incluye tres elementos de percepción:

- La calidad visual intrínseca, o sea las características del punto de ubicación del observador.
- La calidad visual del entorno inmediato, que son las imágenes directas del entorno.
- La calidad del fondo escénico, entendido como el conjunto que constituye el fondo visual de cada punto del territorio.

Existen tres tipos de métodos para determinar la calidad visual:

- Métodos directos, que se obtienen mediante la observación del paisaje en su totalidad o de una cuenca visual específica.
- Métodos indirectos: en este grupo se encuentra el mayor número de métodos que son cualitativos como cuantitativos y que evalúan a través de los siguientes métodos.
- Métodos mixtos: estos métodos intentan combinar los métodos anteriores, maximizando sus ventajas y minimizando sus desventajas. Estos se basan en que la valoración se debe hacer en forma directa, pero utilizando la desagregación de sus componentes. Al aplicar estos métodos se generan suficientes datos que pueden anticipar repercusiones sobre el medio.

Para evaluar la calidad visual se trabaja a través de la Valoración de los atributos del paisaje, basados en sus características intrínsecas:

Preferencia del espectador: Es la aceptación del observador por el sitio, debido a elementos de belleza o atracción, el cual puede ser muy bajo, bajo, moderado, alto o muy alto.

Complejidad ecológica: Dimensión de la trama de interacción ecosistémicas desarrollados en una unidad de paisaje, el cual puede ser muy bajo, bajo, moderado, alto o muy alto.

Rareza: Frecuencia con que un paisaje es observado en el Sistema Ambiental Regional, puede ser común, frecuente, raro, único o excepcional.
Número de Paisajes por unidad (fragmentación): En una unidad de observación se presentan diversas discontinuidades que fracción al ecosistema, el cual puede ser muy bajo, bajo, moderado, alto o muy alto.

Topografía y Geomorfología (Grado de visibilidad): El tipo de geoformas dotan a la visual de diferentes amplitudes de visión, así en las planicies se tiene una panorámica local del sitio, contrario a un relieve ondulado que puede ocultar o disminuir la panorámica, los ejemplos son: Fondo de valle o llanura baja; cañadas, Lomeríos suaves y Lomeríos moderados (Moderado); Laderas de sierra y Zonas montañosas altas.

Fragilidad Visual
La fragilidad visual es un concepto de vulnerabilidad visual que se refiera a la aptitud que tiene un paisaje de absorber visiblemente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual, esto es a mayor fragilidad menor capacidad de absorción en los cambios; nuevamente para homogenizar criterios de subjetividad y ponderación se definen la Fragilidad Visual como: la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre de él.

Factores Intrínsecos

Altura de la vegetación: se refiere a la capacidad de la vegetación de ocultar un cambio en el paisaje debido a que el tamaño y abundancia de la vegetación, le sirve de pantalla al observador para identificar lo que hay detrás de la masa vegetativa.

Topografía y pendiente (grado de visibilidad): las pendientes determinan la topografía misma que facilita u obstruye la visual para identificar elementos ahí integrados; pendientes de 5% tienen una muy baja fragilidad ya que el escenario se oculta en el horizonte; no así en pendientes superiores por ejemplo entre 5% y 15% la fragilidad es baja ya que disminuye la posibilidad de que el cambio se pierda en el horizonte; de 15 a 30% Moderada; de 30 a 45% alta; y más 45% muy alta.

Complejidad: la gama de procesos ecológicos que se desarrollan en un sitio se determina visualmente por la composición de los elementos bióticos y abióticos, ello mismo determinan el grado de complejidad ecosistémica en un sitio.

Factores extrínsecos

Accesibilidad: disponibilidad de un observador para llegar a un sitio y hacer una observación de la panorámica.

Elementos de influencia: el paisaje puede estar constituido por elementos ajenos a la naturaleza del sitio, como carreteras, núcleos urbanos, torres de energía eléctrica, infraestructura urbana, etc.

Para realizar la valoración del paisaje se requiere conocer las actividades que comprende la realización del proyecto: diseño, organización espacial, formas, dimensiones, características de construcción y operación, actividades complementarias durante cada una de las fases; revisión bibliográfica y cartográfica de los temas que comprenden las unidades físicas y bióticas: geomorfología, vegetación, edafología, hidrología, geología, usos de suelo, influencia humana, urbanización valores de conservación e histórico–culturales, cabe destacar que todos estos elementos fueron verificados durante los recorridos en campo realizados.
Durante la evaluación del paisaje se tomaron diversas expresiones e información de los sitios visitados, formatos de campo e imágenes respectivas, presentes en el anexo de paisaje.

Asimismo, se realizó la ponderación de la calidad escénica, utilizando las siguientes consideraciones

Tabla IV 67 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 entresuelo, 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: González Alonso Santiago et al, (1983).

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.
Con las metodologías utilizadas se evaluó el paisaje en el punto superior de las visuales, en la parte inferior de las visuales y en la parte lateral oeste de las visuales. Se observó que, el Sistema Ambiental Regional del proyecto: **Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Camino: Corral de Piedras – Guevea de Humboldt, tramo del Km. 0+000 al Km. 7+000, Con una Meta de 7.0 Km.", ubicado en el estado de Oaxaca,** se localiza en una zona con pendientes variables, el sistema de topoformas predominantes a lomeríos moderados, con laderas medias que se localizan en diferentes lugares a lo largo del proyecto en consecuencia corresponde a la Sierra Madre del Sur. El proyecto se encuentra a altitudes que van desde los 800 hasta los 1400 msnm.

Lomeríos Moderados.

1) Lomeríos moderados. Esta unidad paisajística se ubica en todo el SAR y está conformada por diversas elevaciones, como resultado de los diferentes eventos tectónicos que han tenido lugar en toda la región, como son las elevaciones de la Sierra Madre del Sur. La unidad paisajística de lomeríos moderados muestra un intemperismo geológico medio, lo cual se deriva su geología, tipo de clima y fisonomía. Tienen dos subunidades:

a) Ladera baja. Está conformando por el pie de monte de las partes altas, con pendiente suave, captando el material aluvial, aportado por erosión hídrica y eólica. Presenta una cobertura vegetal secundaria de selva mediana subcaducifolia, sujeta a mayor presión por las actividades

agropecuarias, con una tendencia hacia la degradación progresiva, dando como resultado fragmentos de vegetación secundaria, con árboles aislados en potreros y cercas vivas, para delimitar los ranchos y parches incipientes de actividades pecuarias. Su estatus ecológico es una condición de ligera degradación y tiende hacia un incremento de la degradación progresiva, dada la accesibilidad de las actividades agrícolas.

La ladera baja es la más susceptible a la afectación, lo cual es resultado de la existencia de una combinación de fragmentos de selva mediana subcaducifolia, zonas erosionadas sin vegetación, agricultura de temporal y pastoreo de ganadería menor, así como individuos arbóreos y arbustivos aislados y dispersos a lo largo de los linderos, sin mostrar ninguna continuidad ecológica, dando como resultado un paisaje degradado, con tendencia hacia un incremento de la degradación progresiva.

Esta unidad paisajística acogerá el tramo del inicio del proyecto, donde la capacidad de acogida del proyecto es moderada, ya que se ubicarán en terrenos deteriorados por la actividad antropogénica y podrá integrarse al paisaje.

Se trata de lugares con un mediano grado de conservación.

Fotografía IV 16 Lomeríos moderados con laderas bajas



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

b) Ladera media. Está conformada en las partes altas del Sistema Ambiental, comportándose como zona de caída de materiales aluviales, aportados por erosión hídrica y eólica, con pendiente pronunciada. Presenta una topografía de ladera, con pendientes de 30 a 40%. La ladera media sufre poca afectación, lo cual tiene como resultado la existencia de una vegetación natural, aunque con algunos parches en el trayecto del trazo, mostrando continuidad ecológica, dando como resultado un paisaje de paraclimax, de tal forma que los desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.

Esta unidad paisajística acogerá la mayoría del camino proyectado, en donde, la capacidad de acogida del proyecto es moderada, aunque de sensibilidad alta al cambio, a pesar de contar con vegetación secundaria y algunas partes de encino y pino, los impactos que pudiesen resultar debido al proyecto serian de baja ponderación en el paisaje.

Fotografía IV 17 Ladera Media del Sistema Ambiental



En el Sistema Ambiental Regional existen sitios, con condiciones clímax y paraclímax, con ligera intervención humana y aprovechamientos marginales, que fácilmente son absorbidos por las condiciones naturales existentes. Los grados de perturbación, según Mateo y Ortiz (2001), se presentan como:

a. Degradado: donde el sistema ha sufrido importantes perturbaciones,
b. Conservado: donde los ecosistemas mantienen sus procesos ecosistémicos y grado de resiliencia,
c. Progresivo: donde el sistema degradado continua su degradación o el conservado continúa con su poder de resiliencia,
d. 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 68 Valoración del paisaje del Proyecto del proyecto.

Unidad paisajística	Subunidad	Valoración Estética	Valoración ecosistémica
Lomeríos moderados	Ladera media	Común	Conservada y progresiva
	Ladera baja	Común	Deteriorada y progresiva
Paisaje fluvial		Común	Deteriorada y progresiva
Paisaje agropecuario	Ladera baja	Común	Deteriorada y progresiva
Zona Urbana		Común	Deteriorada y progresiva

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Destacan el hecho de que para los lomeríos moderados se presentan características disímbolas para las subunidades, donde se observan un nivel de deterioro alto, en la parte más alta y se torna hacia el deterioro progresivo hacia la ladera baja, destacando que en ambos paisajes la capacidad de resiliencia del SAR es baja ya que a pesar de que exista el cese o culminación de las actividades antrópicas, el sistema ambiental tiene muchos factores adversos para poder regresar a sus condiciones iniciales, lo cual hace que este tipo de paisaje tienda hacia el estadio de degradación en sus diferentes niveles, hasta alcanzar los estadios de una valoración ecosistémica deteriorada y progresiva. La ladera baja de los lomeríos moderados, en la actualidad, es la unidad paisajística que presenta el mayor deterioro, ya que frecuentemente es utilizada para actividades agropecuarias.

En la ladera media la valoración estética es común, con una valoración ecosistémica conservada y progresiva, sin embargo, la vegetación remanente es afectada por el avance de las actividades agropecuarias de la región.

En la ladera baja la valoración estética es común, con una valoración ecosistémica deteriorada y progresiva, aunado a un suelo somero, reduce considerablemente la posibilidad de regresar a las condiciones iníciales, lo cual hace que en estas unidades de paisaje, se presente constante perturbación y degradación.

El paisaje fluvial presenta una valoración estética común y ecosistémica deteriorada. La estructura del este paisaje es una manifestación de lo que podríamos considerar la salud de los arroyos, pequeños escurrimientos, ya que la modificación de los usos del suelo en la región, disminuye la escorrentía y el suelo parcialmente desprotegido incrementa el riesgo de erosión.

Considerando los elementos característicos del SAR donde se ubica la trayectoria del trazo del proyecto, se realizó el análisis de calidad visual con respecto a las unidades de paisaje identificadas, presentándose en la tabla siguiente:

Tabla IV 69 Calidad visual del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Unidad paisajística	Sub_ unidad	Vegetación	Preferencia del espectador	Complejidad ecológica	Rareza	Número de Paisajes por unidad (fragmentación)	Topografía y Geomorfología	Calidad visual
Lomeríos moderados	Ladera media	Selva Mediana Subcaducifolia y Pino- Encino	Media	Media	Común	Media	Moderado	Baja
		Pecuario	Baja	Baja	Común	Alta	Moderado	Baja
		Agricultura	Baja	Baja	Común	Alta	Moderado	Baja
	Ladera baja	Pecuario	Baja	Baja	Común	Baja	Bajo	Baja
		Agricultura	Baja	Baja	Común	Alta	Bajo	Baja
		Urbana	Media	Baja	Común	Media	Bajo	Baja

Paisaje fluvial	Vegetación de selva mediana subcaducifolia	Media	Baja	Común	Media	Bajo	Baja
	Agricultura	Baja	Baja	Común	Alta	Bajo	Baja
	Urbana	Baja	Baja	Común	Alta	Bajo	Baja
Paisaje agropecuaria	Pecuario	Baja	Baja	Común	Alta	Bajo	Baja
	Agricultura	Baja	Baja	Común	Alta	Bajo	Baja
	Urbana	Baja	Baja	Común	Alta	Bajo	Baja
Zona urbana	Ornamental	Media	Baja	Común	Baja	Moderado	Baja

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

En la tabla anterior, la calidad visual está mejor representada por la combinación entre su geomorfología y vegetación de vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino encino en las laderas medias, que no se verá afectada. Esta unidad de paisaje tiene una matriz de vegetación que corresponde a una vegetación secundaria arbórea de bosque de pino encino bien definida sobre las partes altas y con un grado bajo de conservación.

Los paisajes más notables y de mayor valoración ecosistémica y paisajística se presentan en las partes altas de las laderas hacia el oeste de sistema ambiental, la cual no se verá afectada por el proyecto. Desafortunadamente los efectos negativos de la deforestación y cambio de uso de suelo permiten el desarrollo de actividades agropecuarias y de tala para su aprovechamiento de la construcción de casas y cercas. Es prácticamente un hecho que se encontrarán extensiones importantes de aéreas agrícolas y asentamientos humanos, como se observa en la siguiente Tabla:

Tabla IV 70 Unidades paisajísticas del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

Unidad paisajística	Subunidad	Matriz	Parches	Corredores	Condición Ecológica
Lomeríos moderados	Laderas medias	Vegetación de selva mediana caducifolia y bosque de pino-encino	Uso pecuario, agrícola de temporal y uso urbano.	Ninguno	Conservada y progresiva
	Ladera baja	Ninguno	Uso pecuario, agrícola de temporal y uso urbano.	Ninguno	Deteriorada y progresiva
Paisaje fluvial		Ninguno	Uso pecuario, agrícola de temporal y uso urbano.	Ninguno	Deteriorada y progresiva
Paisaje agropecuario		Combinación de uso pecuario y agricultura de temporal	Perturbado, pastizal, uso urbano y servicios.	Ninguno	Deteriorada y progresiva
Zona urbana		casas habitación	Ninguno	Ninguno	Deteriorada y progresiva

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

La fragilidad visual se evalúa teniendo también como base la geomorfología, los tipos de vegetación, usos de suelo y los elementos que encubren a otros tales como el relieve. 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 se pretenda ser incorporado al SAR, donde el factor enmascararte más importante es el relieve.

Por otra parte, se observa una correlación negativa entre grado de pendiente y la fragilidad visual, es decir, a mayor pendiente aumenta la fragilidad visual y a medida que la pendiente se suaviza la absorción de las modificaciones a un paisaje, se atenúan paulatinamente. Lo anterior tiene como

resultado que una fragilidad visual resulta es mayor a medida que tiene alta visibilidad. En la tabla siguiente se presentan los resultados del SAR.

Tabla IV 71 Fragilidad visual del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Unidad paisajística	Sub_ unidad	Vegetación	Factores intrínsecos			Factores extrínsecos			Fragilidad visual
			Abundancia de elementos	Topografía y pendiente (incidencia visual)	Complejidad	Campo visual	Accesibilidad	Elementos de influencia	
Lomeríos moderados	Ladera media	Pecuario	Bajo	Moderado	Bajo	Local	Moderada	Alto	Moderada
		Agricultura	Bajo	Moderado	Bajo	Local	Alta	Alto	Moderada
		Urbana	Bajo	Moderado	Bajo	Local	Alta	Alto	Moderada
	Ladera baja	Pecuario	Bajo	Moderado	Bajo	Local	Alta	Alto	Moderada
		Agricultura	Bajo	Moderado	Bajo	Local	Alta	Alto	Moderada
		Urbana	Bajo	Moderado	Bajo	Local	Alta	Alto	Moderada
Paisaje fluvial		Pecuario	Bajo	Moderado	Bajo	Local	Alta	Alto	Moderada
		Agricultura	Bajo	Moderado	Bajo	Local	Alta	Alto	Moderada
		Urbana	Bajo	Moderado	Bajo	Local	Alta	Alto	Moderada
Paisaje agropecuaria		Agricultura	Bajo	Baja	Bajo	Local	Moderada	Alto	Baja
		Urbana	Bajo	Baja	Bajo	Local	Moderada	Moderada	Baja
		Servicios	Bajo	Baja	Bajo	Local	Moderada	Moderada	Baja
Zona urbana		Ornamental	Bajo	Baja	Bajo	Local	Moderada	Moderada	Baja

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Por otra parte, la fragilidad baja se observa que el paisaje agropecuario y fragilidad moderada en la ladera y lomeríos bajos, cuya geomorfología, parcialmente encubre los efectos negativos provenientes de la presión antrópica, exponiendo al deterioro a los elementos abióticos, como las unidades de suelos, geomorfología y el material parental, reduciendo la posibilidad del retorno de los factores bióticos.

Capacidad de Acogida:

Con los valores de calidad y fragilidad visuales, se realizó una interacción para identificar la capacidad de acogida. Esta se considera como la capacidad de un territorio para albergar posibles usos y particularmente, el proyecto carretero. Para determinar la capacidad de acogida se realizó un cruce de interacciones entre la calidad y la fragilidad visuales de las unidades y subunidades paisajísticas, donde un cruce de calidad visual baja, con fragilidad visual baja da como resultado un 100% de capacidad de acogida. La base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica se muestra a continuación:

Tabla IV 72 Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica.

	Fragilidad visual			
	Categoría	Alta	Media	**Baja**
Calidad visual	Alta	1	2	**3**
	Media	2	3	**4**
	Baja	**3**	**4**	**5**

Fuente: Ramos et al 1980

Tabla IV 73 Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica.

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	Baja a moderada capacidad de acogida ecológica o sensibilidad media al cambio	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	Moderada a mayor capacidad de acogida ecológica o sensibilidad baja al cambio	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: Ramos, *et al* 1980.

El cruce de las ponderaciones de fragilidad y calidad visuales se muestra en la tabla siguiente:

Tabla IV 74 Capacidad de acogida del Sistema Ambiental Regional

Paisaje	Calidad	Fragilidad	Nivel de Ponderación
1	3	2	3
2	3	2	3
3	3	1	3
4	3	3	3
5	3	3	3
6	4	3	3

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

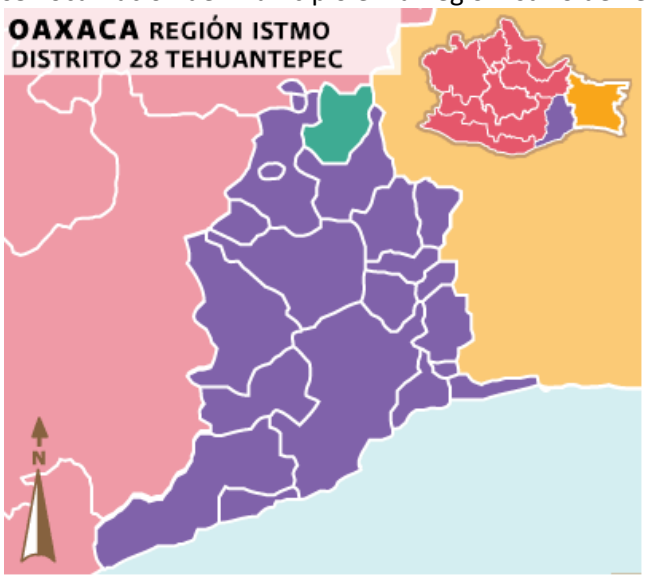
Del análisis anterior se deriva que potencialmente el proyecto tiene un potencial moderado de capacidad de acogida ecológica, ya que las zonas analizadas recaen en la categoría 3, corresponde a una calidad y fragilidad media, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables.

IV.2.2.3.2 SOCIOECONOMICO

Guevea de Humboldt

Se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec al sureste del Estado, en las coordenadas 95º22' longitud oeste, 16º47' latitud norte, a una altura de 620 msnm. Limita al norte con San Juan Mazatlán, al sur con Santiago Lachiguiri y Santa María Guienagati, al oriente con Santiago Lachiguiri y al poniente con San Juan Guichicovi, Santo Domingo Petapa y Santa María Guienagati. La superficie total del municipio es de 262.56 km².

Imagen IV 65 Localización del Municipio en la Región Istmo de Tehuantepec



Toponimia

Proviene del zapoteco, dialecto de este pueblo Guie'e-via que significa "Flor de agua turbia o azucena del río".

Escudo

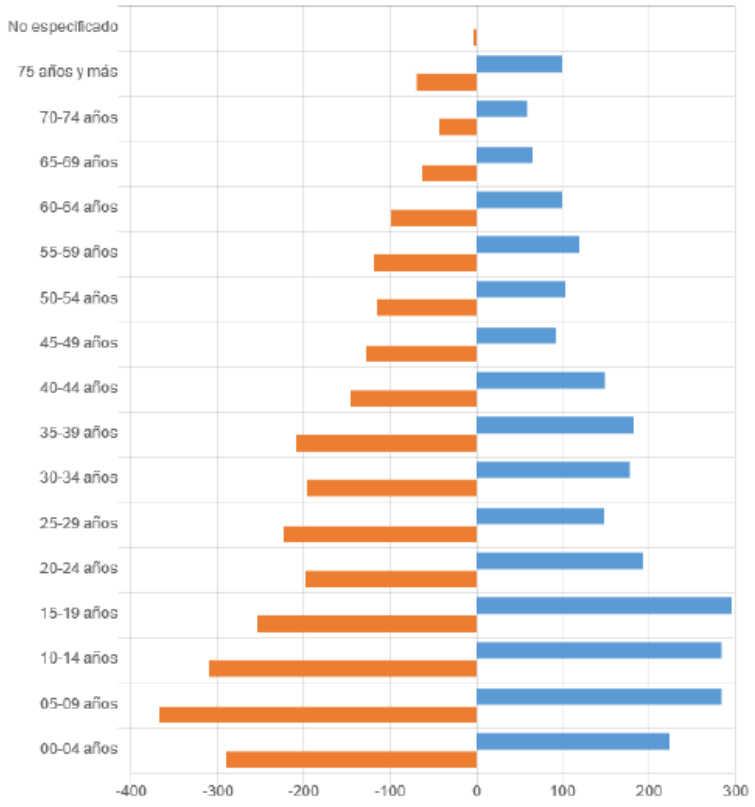
Consiste en una pilastra con la base circular más grande, con una corona plana en tres escalones rectangulares invertidos construidas de tabique rojo recocido.

Al frente una placa conmemorativa en forma elíptica ajustada a la circunferencia del cuerpo de la pilastra central, en cuya parte superior forma un arco de medio punto, que representa a los arcos del palacio municipal. En el segundo tercio elíptico inicia una concavidad hacia el centro dejando en el fondo cuatro cabezas indígenas de perfil en relieve, que representan a la voz de los indígenas a los cuatro vientos.

Población

Población total	**5409**
Representa el 0.14% de la población del estado.	
Relación hombres-mujeres	91.81%
Por cada 100 hombres hay 92 mujeres.	
Razón de dependencia económica	**66.52%**
Por cada 100 personas hay 66 en edad de dependencia (menores de 15 años o mayores de 64 años).	

Gráfica IV 18 Composición por edad y sexo



Fuente: INEGI. Encuesta intercensal 2015.

VIVIENDA

Tabla IV 75 Total de viviendas

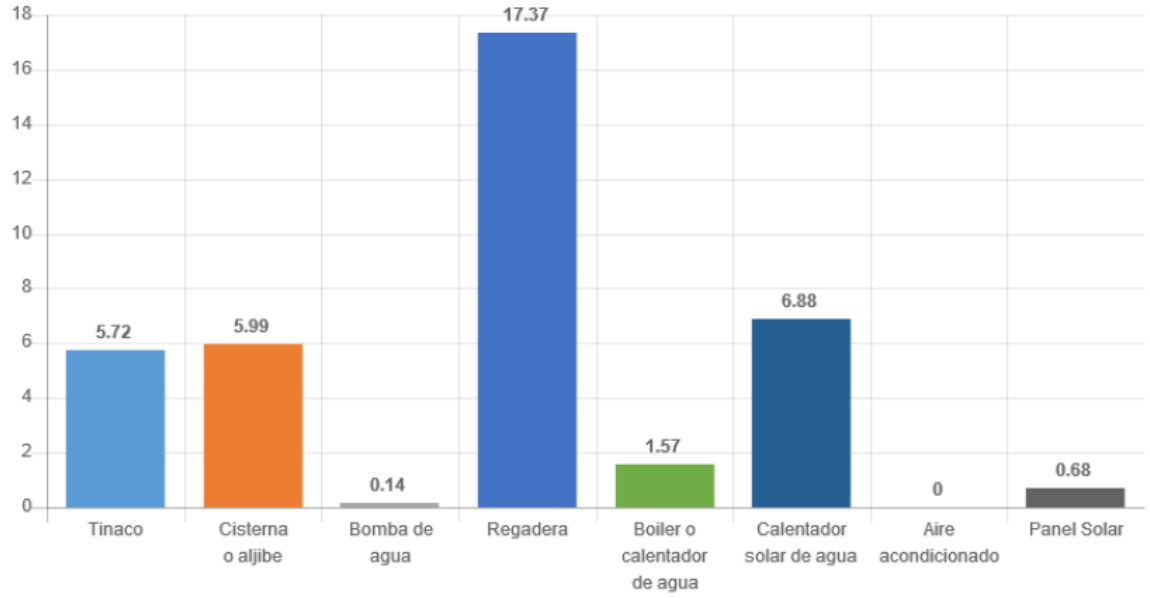
Total, de viviendas particulares habitadas* *Se consideran viviendas sin información de ocupantes	1468
Viviendas con piso de tierra	9%
Del total de viviendas habitadas, 9 tienen piso de tierra.	

Del total de viviendas habitadas, el 47% cuenta con refrigerador, 16% con lavadora, 7% con horno de microondas, 5% con automóvil, 55% con algún aparato para oír radio, 61% con televisor y 9% con televisor de pantalla plana.

Del total de viviendas habitadas, el 6% cuenta con computadora, 1% con teléfono fijo, 12% con teléfono celular, 3% con internet, y 21% con servicios de televisión de paga.

Del total de viviendas habitadas, el 96% cuenta con agua entubada, 61% con drenaje y 97% electricidad.

Gráfica IV 19 Disponibilidad en el equipamiento de vivienda

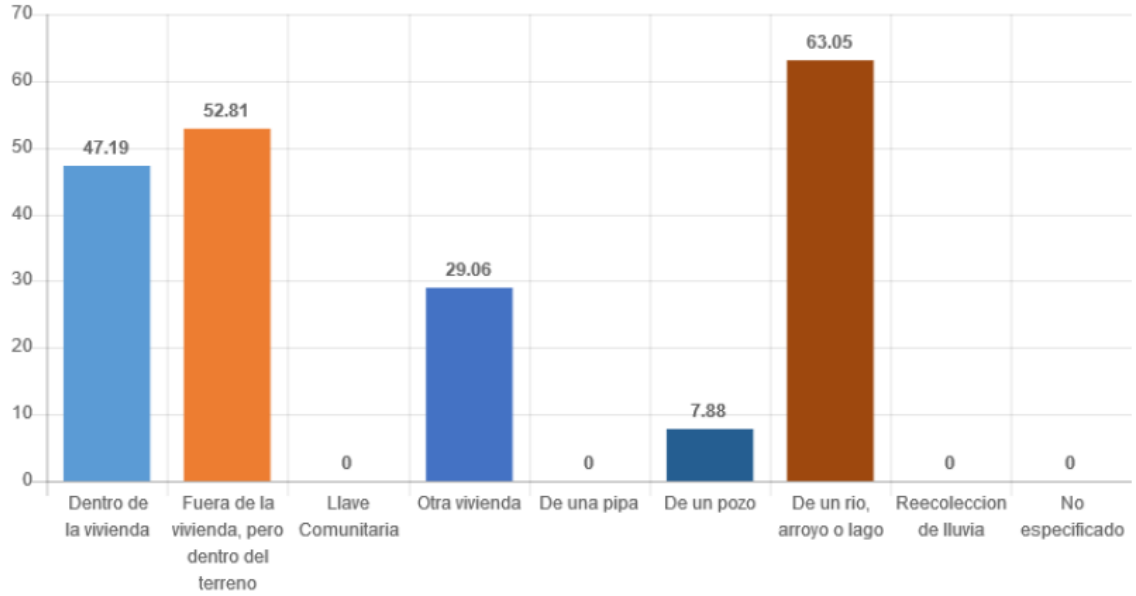


Del total de viviendas habitadas el 6% cuenta con tinaco, 6% con cisterna, 0% con bomba de agua 17% con regadera, 2% con boiler, 7% con calentador solar, 0% con aire acondicionado y 1% con panel solar.

Del total de viviendas habitadas, el 8% cuenta con conexión a la red pública de drenaje, 78% con fosa séptica y 13% hace uso de una barranca o grieta y 1% por el rio, lago o mar.

Del total de viviendas habitadas, 47% cuenta con agua dentro de su vivienda, 53% dentro del terreno, 0% de llave comunitaria, 29% de otra vivienda, 0% de una pipa, 8% de un pozo, 63% de un río, 0% de la recolección de la lluvia y 0% no especificados.

Gráfica IV 20 Disponibilidad de acceso al agua entubada



Fecundidad y Mortalidad

Tabla IV 76 Tasas de fecundidad por grupos quinquenales de edad

15-19 años	20-24 años	25-29 años	30-34 años	35-39 años	40-44 años	45-49 años
63.84	136.61	129.51	91.64	49.11	15.85	1.67
70.92	150.65	138.94	100.61	57.07	20.01	2.62
60.93	135.35	122.67	87.49	47.54	14.60	1.64
48.46	123.13	120.13	79.22	41.12	8.35	0.28
50.93	119.58	122.02	77.14	35.04	12.47	0.00
53.93	99.41	117.41	84.41	34.65	9.95	0.16

Fuente: INEGI. Encuesta intercensal 2015

Educación

Tabla IV 77 Taza de Alfabetización

Tasa de alfabetización por grupo de edad	Total	Hombres	Mujeres
15 – 24 años	97.69%	52.32%	47.68%
25 y más años	72.44%	59.28%	40.72%

Fuente: INEGI. Encuesta intercensal 2015

Del total de viviendas habitadas, las personas entre 15 y 24 años, 98% saben leer y escribir. De estos, el 52% son hombres y el 48% son mujeres.

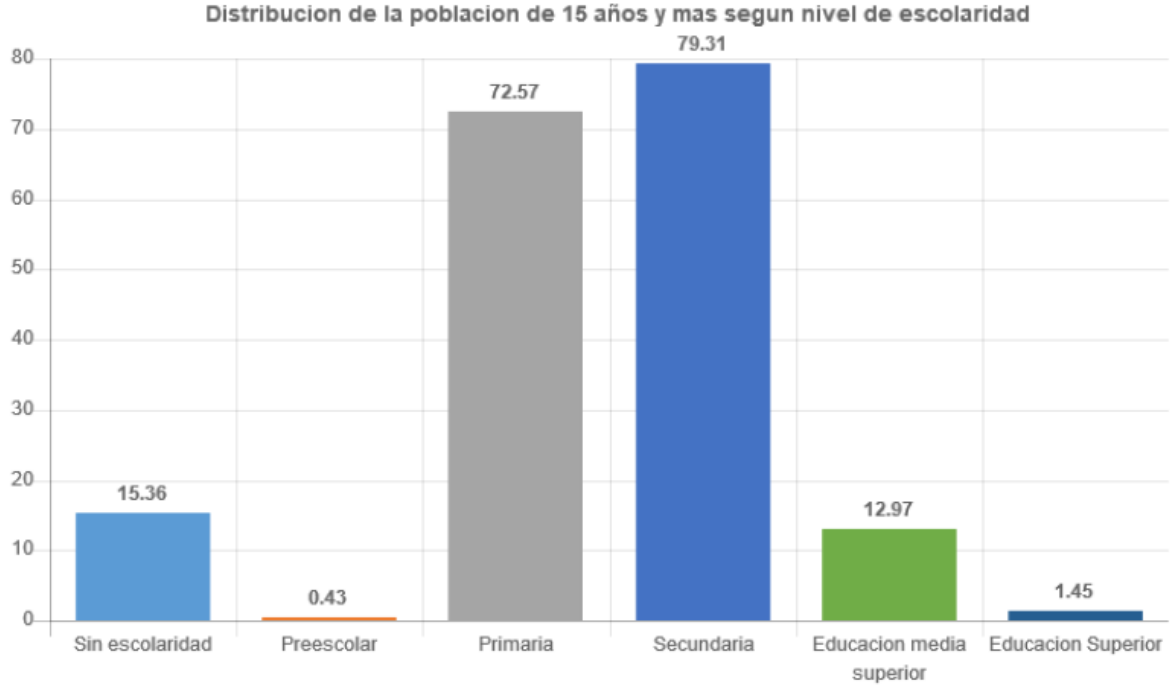
Tabla IV 78 Escolaridad por edades

Asistencia escolar por grupo de edad	Total	Hombres	Mujeres
03-14 años	91.48	45.65	54.35
15-17 años	71.05	56.38	43.62
18-29 años	8.34	41.98	58.02
30 años y más	2.23	7.69	92.31

Fuente: INEGI. Encuesta intercensal 2015

Del total de viviendas habitadas, las personas entre 18 y 29 años, 8.34% asisten a la escuela.

Gráfica IV 21 Distribución de la población de 15 años y mas según nivel de escolaridad



Fuente: INEGI. Encuesta intercensal 2015

Del total de viviendas habitadas, 15.36% no tiene escolaridad, 0% tiene preescolar, 73% primaria, 79% secundaria, 13% educación media superior y 1% educación superior.

Características económicas

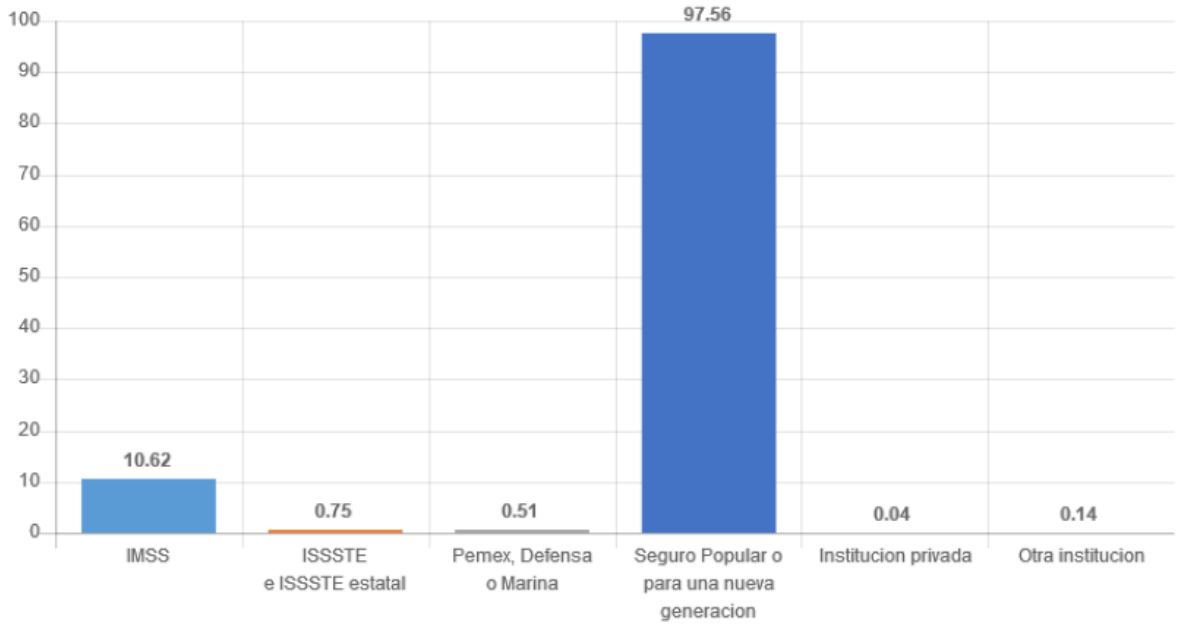
Tabla IV 79 Condición de actividad económica

Sexo	Condición de actividad económica				
	Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
	Total	Ocupada	Desocupada		
Total	29.02	80.55	19.45	70.60	0.37
Hombres	53.74	81.77	18.23	45.91	0.35
Mujeres	5.05	67.96	32.04	94.56	0.39

Fuente: INEGI. Encuesta intercensal 2015

Derechohabiencia

Gráfica IV 22 Derechohabiencia



Fuente: INEGI. Encuesta intercensal 2015

Tabla IV 80 Total de derechohabientes por institución

	IMSS	ISSSTE e ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Seguro Popular o para una Nueva Generación	Institución privada	Otra institución
TOTAL	10.62	0.75	0.51	97.56	0.04	0.14
HOMBRES	11.24	0.78	0.74	96.88	0.04	0.17
MUJERES	10.08	0.73	0.31	98.17	0.04	0.11

Fuente: INEGI. Encuesta intercensal 2015

Migración

Tabla IV 81 Lugar de residencia en marzo de 2010

Sexo	Lugar de residencia en marzo de 2010					
	En la misma entidad				En otra entidad o país	No especificado
	Total	En el mismo municipio	En otro municipio	No especificado		
Total	98.65	99.03	0.95	0.02	0.82	0.34
Hombres	98.60	98.93	1.07	0.00	1.06	0.34
Mujeres	98.70	99.12	0.84	0.04	0.59	0.71

Fuente: INEGI. Encuesta intercensal 2015

Habla indígena

Tabla IV 82 Condición de habla indígena

Sexo	Población de 3 años y más	Condición de habla indígena					
		Habla lengua indígena				No habla lengua indígena	No especificado
		Total	Condición de habla española				
			Habla español	No habla español	No especificado		
Total	5,103	47.27	99.00	0.54	0.46	52.58	0.16
Hombres	2,449	49.08	99.42	0.17	0.42	50.67	0.24
Mujeres	2,654	45.59	98.60	0.91	0.50	54.33	0.08

Fuente: INEGI. Encuesta intercensal 2015

IV.3 DIAGNOSTICO 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-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Enfocado a la zona de estudio.
- Emisión de polvos: Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despalme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaría al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural. El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

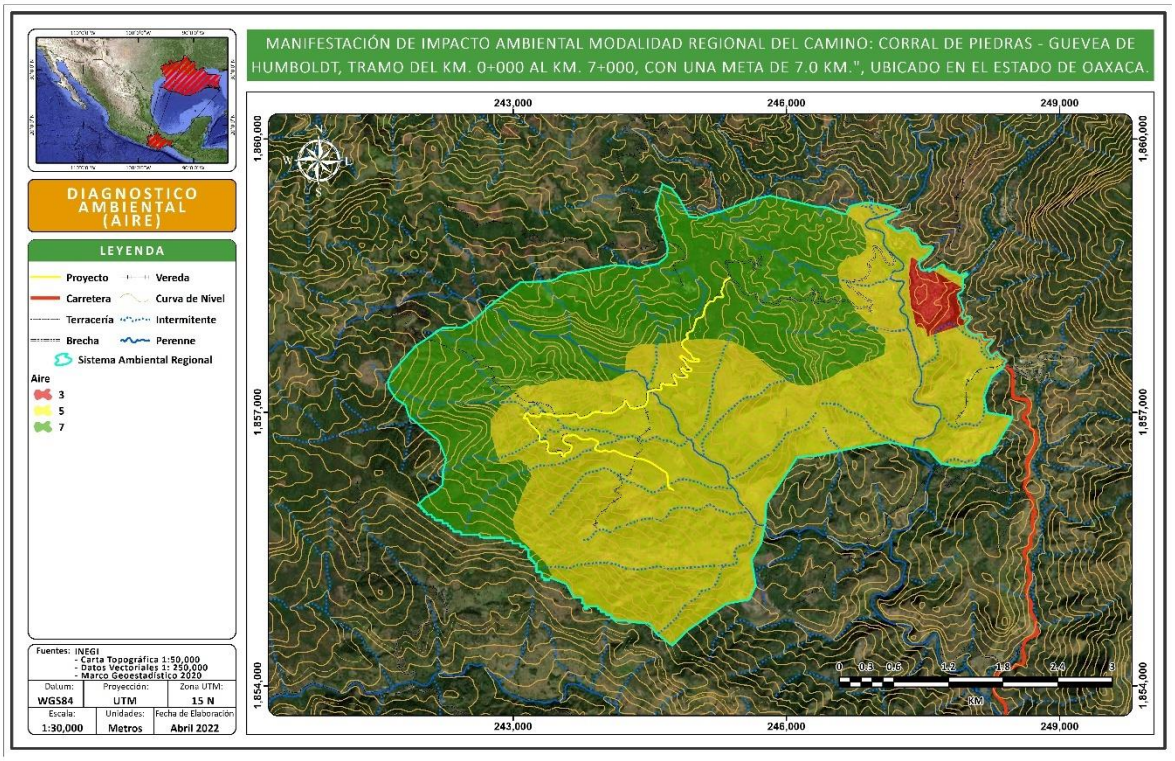
Tabla IV 83 Ponderación del aire.

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.

La imagen siguiente señala que la zona de mejor calidad ambiental, con puntuación registrada como 7 (Buena) en cuanto al aire se tratan de todos los remanentes de vegetación arbórea de bosque de pino-encino con aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica. Enseguida las zonas con 5 = Regular o modificado en lo que se refiere al elemento aire, se trata de toda el área cubierta por la vegetación secundaria arbustiva y arbórea de bosque de pino-encino, lo cual obedece a que se trata de zonas con vegetación eliminada o impactada ya sea por actividades antropogénicas o naturales. Finalmente, los caminos tipo brecha y de terracería, las zonas abiertas y las localidades rurales, presentan la menor ponderación igual a 3 (mala), esto debido a que se trata de zonas con constante movimiento de vehículos automotores en el caso de las infraestructuras viales y en el caso de los pastizales a que estas zonas son generalmente usadas para el pastoreo de ganado, situación que incrementa el CO2 en la zona, además del óxido nitroso que tiene un gran impacto calentamiento global, la mayor parte de este gas procede del estiércol.

Imagen IV 66 Componente Aire



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

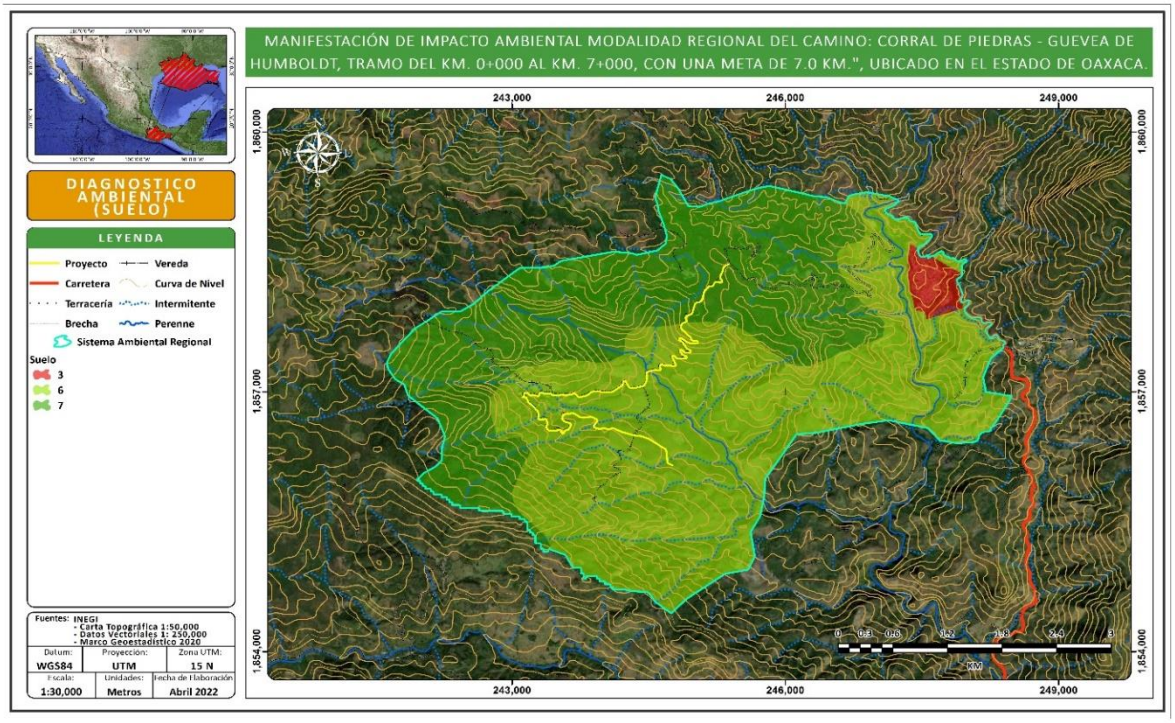
SUELO

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 84 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.

Imagen IV 67 Componente Suelo



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

En cuanto a lo que se refiere al diagnóstico ambiental en cuanto al suelo, se tiene que la menor calidad ambiental se presenta en las zonas de asentamientos humanos con un valor de 3 (mala) ya que son zonas no urbanizadas en su totalidad y sin ningún tipo de protección a la erosión. La vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino encino tiene un valor ponderado de 6 (aceptable/modificado) ya que el suelo no se encuentra en su mayoría expuesto a procesos de erosivos. Finalmente, la vegetación secundaria arborea de bosque pino encino al tener una presencia de individuos arbóreos, lograr una menor intemperización del suelo disminuyendo su erosión, por lo que se pondero con un valor de 7 (Bueno).

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.

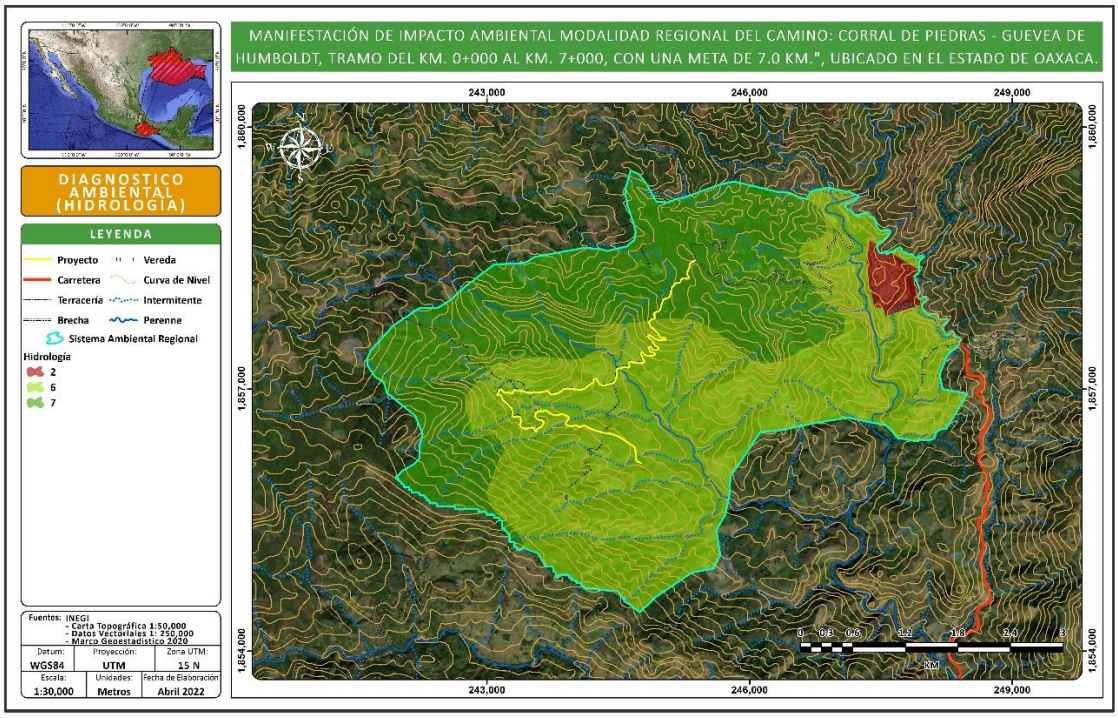
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla IV 85. 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.

La mayor ponderación (puntuación=7) se tiene en las zonas con una mayor presencia de individuos arbóreos, ya que la presencia de estos hace que se tenga una buena infiltración, ya que cuando 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. En la áreas con vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino encino al no contar con individuos de mayores tallas, se tiene una infiltración Aceptable-moderada con un valor de 6. Finalmente, en las zonas de asentamiento humanos, al no contar con una cobertura vegetal, el agua tiene a escurrirse en lugar de infiltrarse por lo que se pondero a estas zonas con un valor de 2 (muy mala).

Imagen IV 68 Componente Hidrología



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

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:

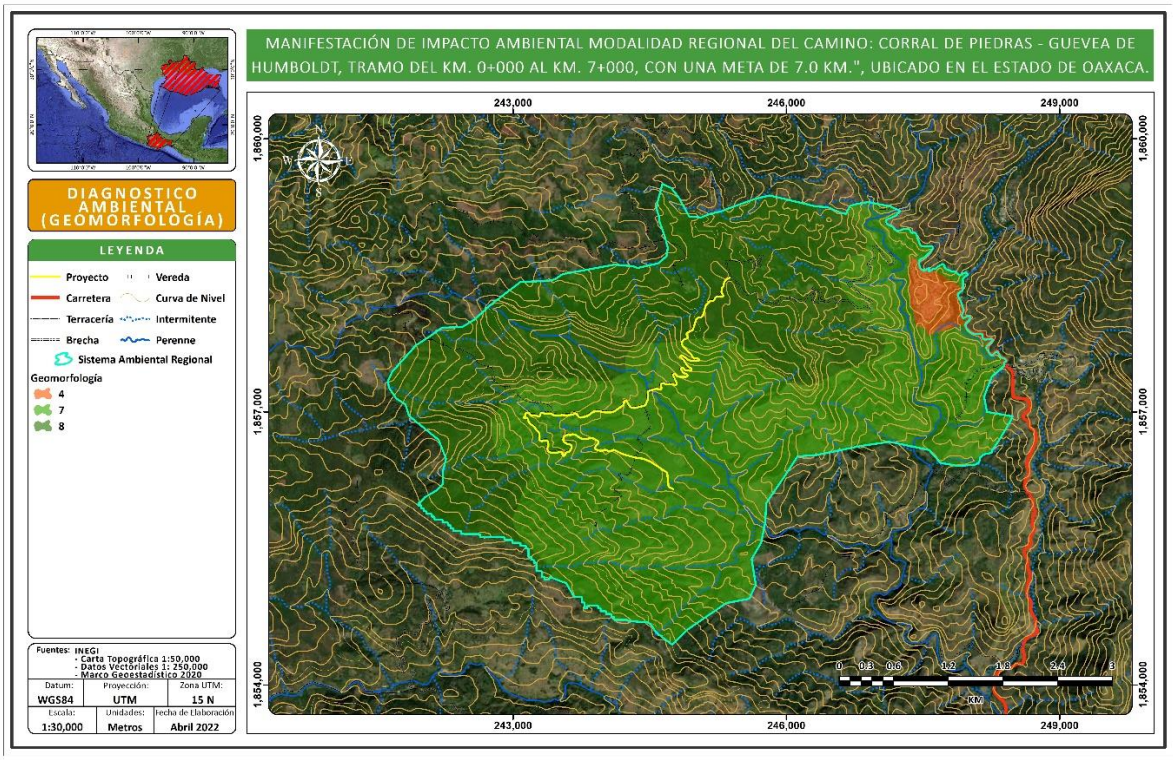
Tabla IV 86 Ponderación de la geomorfología.

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

Dadas las condiciones tan homogéneas y uniformes, la mayor parte del SAR presenta una ponderación igual a 8 (muy buena), y de buena calidad (7). Mientras las de menor calidad geomorfológica se tratan de las zonas rurales, esto obedece a que se trata de zonas modificadas en lo que respecta a las geoformas y se asignó un valor de 4 (Moderada).

Imagen IV 69 Componente Geomorfología



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

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.

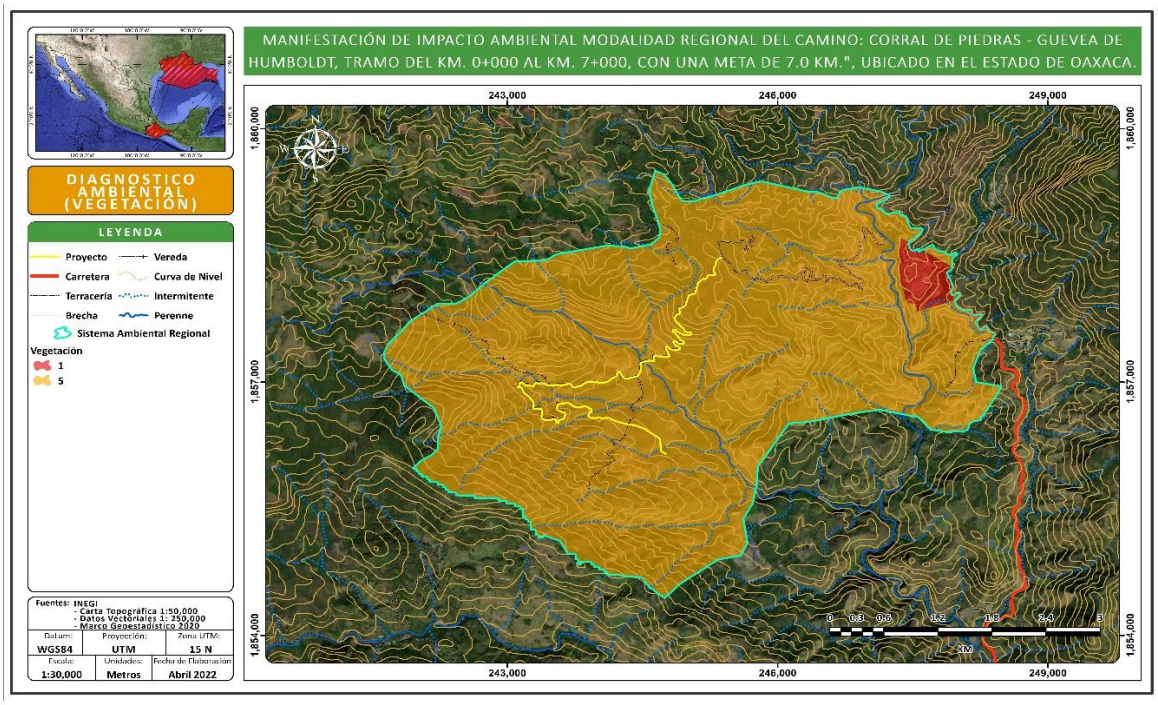
Tabla IV 87 Ponderación de la vegetación.

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.

De acuerdo con el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un mosaico de remanentes de bosque pino-encino en estado secundario. Este ha sido modificado con el tiempo por las diferentes acciones antrópicas del hombre, por lo que la cobertura que se encuentra en dichas áreas tiende a ser menor a 70%, por lo que pondero con un valor de 5 (Regular/Modificado). Las áreas donde se encuentras comunidades marcadas y consolidades de áreas rurales se les pondero con un valor de 1 (degradado) al presentarse bajas coberturas menores al 30%.

Imagen IV 70 Componente Vegetación



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

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

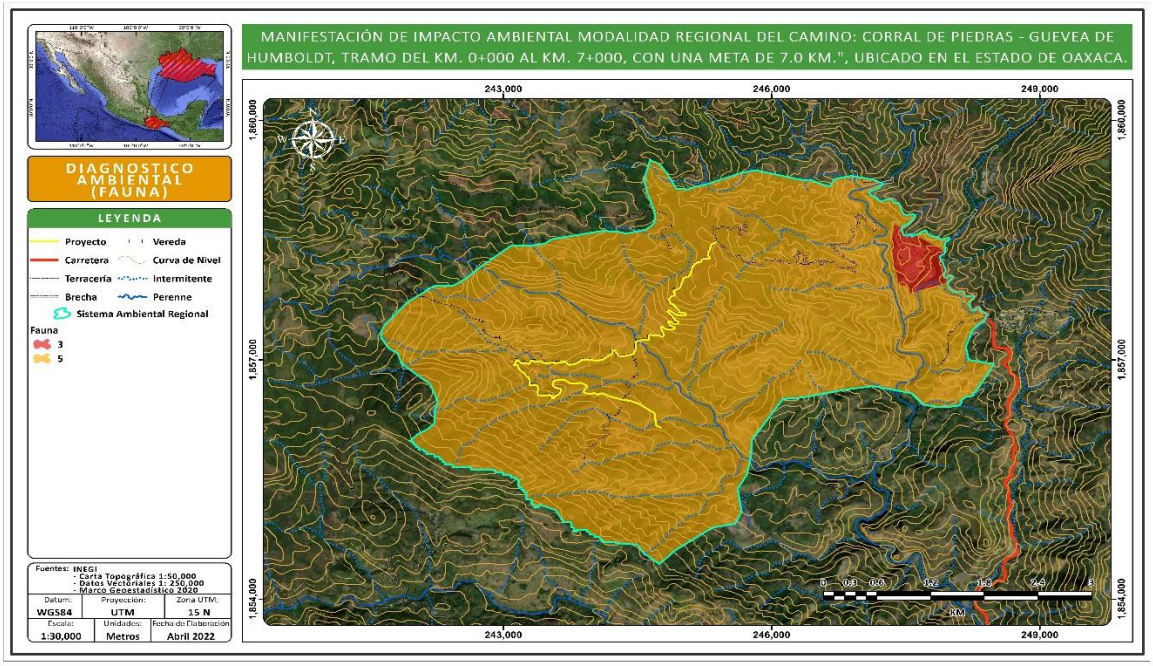
propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

Tabla IV 88 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.

Para el caso del factor fauna se tiene que en las pequeñas superficies de vegetación en estado secundario de bosque de pino-encino, presentan la calificación de moderada (puntuación=5), ya que en estas zonas se presentan especies de borde, de menor importancia que las especies clave. Mientras que las zonas abiertas y con fragmentos de vegetación un poco conservada presentan una ponderación igual a 3 (mala), estas zonas son las zonas abiertas y cercanas al trazo y en las vías de comunicación (brechas, veredas, carreteras pavimentadas y de terracería).

Imagen IV 71 Componente Fauna



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

PRESENCIA ANTRÓPICA.

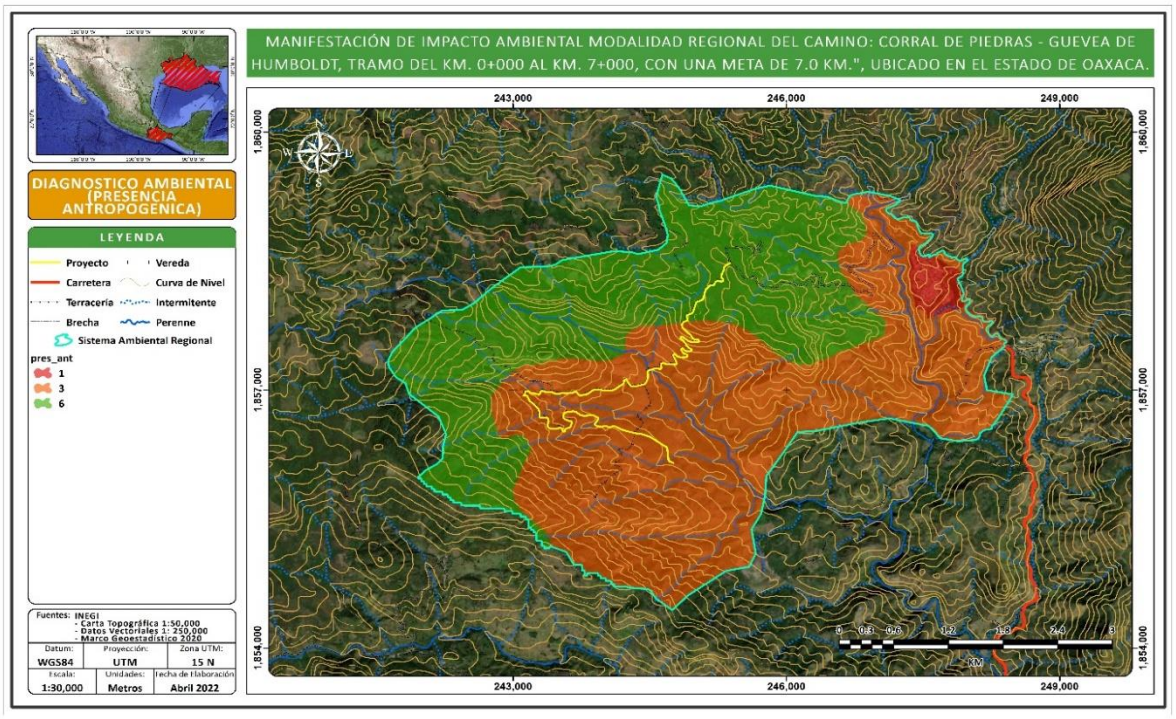
Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas de vegetación arvense, 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 como las localidades rurales; 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 89 Ponderación de la presencia antrópica.

	RANGOS		**VIALIDADES**	**ASENTAMIENTOS HUMANOS**
			POR TIPO DE VIALIDAD	**PRESENCIA DE LOCALIDADES URBANAS Y/O RURALES**
ESCALA DE EVALUACIÓN	**VALOR**			
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.

En la siguiente imagen podemos atisbar que las superficies con vegetación secundaria arborea de bosque de pino encino del Sistema Ambiental presenta buena calidad ambiental (puntuación=6) en lo que se refiere a la presencia antropogénica, esto debido a que se encuentran alejados de comunidades bien consolidades- La ponderación modera se le asigno a la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino encino, ya que en esta se encuentra una mayor presencia de caminos y brechas. Como ultimo se le asigno un valor de 1 (aceptable/modificado) a las áreas donde se encuentra presencia de zonas rurales bien consolidadas.

Imagen IV 72 Componente Antrópico



FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022

INDICE GENERAL|

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 4
V.1. Identificación de impactos. 5
V.1.1 Lista indicativa de indicadores de impacto. 6
V.1.2 Selección de métodos para identificar y evaluar los impactos ambientales 7
V.1.3 Justificación de las metodologías seleccionadas 9
V.1.4 Descripción de las metodologías para la identificación de impactos ambientales 9
V.1.5 Criterios y metodologías de evaluación 34
V.2 Caracterización de los impactos 37
V.2.1 Análisis descriptivo de los impactos 37
V.2.2 indicadores de impacto. 44
V.3 Evaluación de los impactos ambientales 54
V.3.1 Ponderación de los impactos ambientales bajo la aplicación de la matriz RIAM 54
V.3.2 Análisis de impactos ambientales ponderados 77
V.3.3 Selección y descripción de los impactos significativos 84
V.4. Impactos Residuales. 96
V.4.1 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo. 97
V.5. Impactos Acumulativos. 101
V.6. Conclusiones. 104

INDICE DE TABLAS

Tabla V. 1 Criterios de sensibilidad ambiental 10
Tabla V. 2 Valores para el estado de conservación actual 12
Tabla V. 3 Valoración para VS y VC 14
Tabla V. 4 Resultados de índices parciales por variable 14
Tabla V. 5 Rangos de sensibilidad 14
Tabla V. 6 Clasificación de los grados de sensibilidad 16
Tabla V. 7 Impactos y actividades actuales en el SAR y sitio del proyecto 17
Tabla V. 8 Lista de chequeo para la identificación de impactos del proyecto para la etapa de preparación 22
Tabla V. 9 Lista de chequeo para la identificación de impactos del proyecto para la etapa de construcción 23

Tabla V. 10 Lista de chequeo para la identificación de impactos del proyecto para la etapa de construcción 25
Tabla V. 11 Factores y atributos del medio físico y biótico considerados para la construcción de la matriz de interacción de impactos del proyecto del camino. 26
Tabla V. 12 Matriz de identificación de impactos ambientales 33
Tabla V. 13 Rango de Interpretación de resultados Método RIAM 35
Tabla V. 14 Criterios considerados en la evaluación de impactos del Método RIAM 36
Tabla V. 15 Componentes del sistema y efectos que indican impactos 44
Tabla V. 16 Factores ambientales susceptibles de impacto ambiental y su instrumento jurídico de regulación 45
Tabla V. 17. Indicadores cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales. 48
Tabla V. 18 Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto. 51
Tabla V. 19 Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental. 52
Tabla V. 20 Resultados de la ponderación de impactos para la etapa de preparación 54
Tabla V. 21 Resultados de la ponderación de impactos para la etapa de construcción 63
Tabla V. 22 Resultados de la ponderación de impactos para la etapa de operación y mantenimiento 74
Tabla V. 23 Resumen del impacto total del proyecto. 77
Tabla V. 24 Categorías de los impactos evaluados en la matriz de ponderación (RIAM). 77
Tabla V. 25 Subfactores que recibirán impactos ambientales negativos relevantes 85
Tabla V. 26 Intervalos de los Impactos Negativos generados por las actividades 85
Tabla V. 27 Sumatoria de marcadores de los impactos negativos generados por actividad 85
Tabla V. 28 Porcentaje de acumulación de los impactos ambientales negativos por actividad 86
Tabla V. 29 Descripción de los impactos ambientales negativos con mayor acumulación. 88
Tabla V. 30 Intervalos de los Impactos Positivos generados por las actividades 92
Tabla V. 31 Sumatoria de marcadores de los impactos positivos generados por actividad 92
Tabla V. 32 Porcentaje de acumulación de los impactos ambientales negativos por actividad 93
Tabla V. 33 Distribución de los impactos por etapa. 94
Tabla V. 34 Acumulación de los impactos por etapa 95

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica V. 1 Distribución de impactos identificados por etapa del proyecto 37
Gráfica V. 2 Número y tipo de impactos por etapa del proyecto 78
Gráfica V. 3 Acumulación de los impactos ambientales negativos agrupados por factor ambiental. 79
Gráfica V. 4. Acumulación de los impactos ambientales positivos agrupados por factor ambiental. 80
Gráfica V. 5 Acumulación de los impactos ambientales negativos agrupados por sub factor ambiental. 81
Gráfica V. 6 Acumulación de los impactos ambientales positivos agrupados por atributo ambiental 82
Gráfica V. 7 Acumulación de los impactos ambientales negativos agrupados por actividad 83
Gráfica V. 8 Acumulación de los impactos ambientales positivos agrupados por actividad 84

Gráfica V. 9 Distribución total de la acumulación de los impactos ambientales negativos por actividad 87
Gráfica V. 10 Distribución total de la acumulación de los impactos ambientales positivos por actividad 94
Gráfica V. 11 Distribución de impactos negativos y positivos por etapa 95

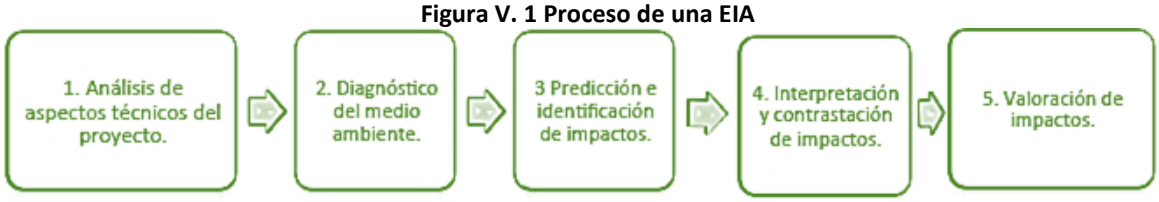
INDICE DE FIGURAS

Figura V. 1 Proceso de una EIA..... 4
Figura V. 2. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas. 98
Figura V. 3 Metodología para la determinación de la calidad de los servicios ambientales de los subsistemas. 100
Figura V. 4 Impactos acumulados. 102

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Con respecto a la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), esta se ha definido como la herramienta de gestión ambiental para predecir el impacto ambiental para una actividad o proyecto definido en todas sus fases (Abarca,2012), (Cuesta & Ramírez, 2009) y (Fraume, 2007). La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana. A través de este instrumento se plantean opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del ambiente y manejo de los recursos naturales (SEMARNAT, 2013). Comúnmente, la EIA se desarrolla mediante un proceso secuencial de cinco fases como se muestra en la siguiente figura:

Figura V. 1 Proceso de una EIA



Fuente: (Arboleda, 2008), (Abarca, 2012), (Angel et al., 2010), (Conesa, 2010), (y (Wright, 2014).

Como se puede ver en la 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 (Angel et al., 2010).

Fase de diagnóstico del medio ambiente: en la que se desarrolla la línea base ambiental con la recopilación, verificación, actualización y sistematización de información sobre el estado actual del área o áreas a intervenir en términos de calidad y cantidad de recursos ambientales (Angel et al., 2010), (Liu, Ko, Fan, & Chen, 2012).

Fase de predicción e identificación de impactos: en donde se utilizan varias herramientas que buscan reunir todos aquellos efectos positivos o negativos del proyecto sobre su entorno (Arboleda, 2008). En esta etapa se definen los indicadores para cada parámetro ambiental. Fase de interpretación y contrastación: en la cual se realiza el control de campo y con las partes interesadas (comunidad/ciudadano, empresa/contratista, institucionalidad/funcionario público) con el fin de validar los impactos previamente identificados.

Fase de valoración de impactos: se hace a través de la identificación y selección de medidas de impacto cualitativas/cuantitativas, y la determinación de los atributos de calificación ambiental (Aconcha, Garzón, & Arévalo, 2010), obteniendo escalas numéricas o rangos que permitirán la jerarquización de la importancia de los impactos. Cada impacto que resulte como importante deberá ser descrito según su calificación y, gestionado en el plan de manejo ambiental.

V.1. Identificación de impactos.

La evaluación de los impactos ambientales depende de una adecuada identificación de los cambios potenciales al ambiente, por lo que es necesario conocer los objetivos, así como las obras y actividades que se realizarán en las diferentes etapas del proyecto. Esta identificación representa una actividad crítica en el Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA), ya que es necesario conocer las actividades que causan impactos con el fin de describir adecuadamente los factores/componentes y atributos ambientales afectados, asimismo considerar el tiempo, magnitud e importancia, evitando con ello cualquier daño permanente al ambiente o el posible incremento de los procesos ambientales negativos y degenerativos, y con ello diseñar las medidas de mitigación o atenuación correspondientes a cada impacto significativo. Derivado de lo anterior en este Capítulo se describirán y evaluarán los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, incluyendo los impactos acumulativos y sinérgicos potenciales y generados por el proyecto, para este objetivo será incorporada la información referente a los componentes ambientales del Sistema Ambiental Regional delimitado en el Capítulo IV del presente trabajo. La componente espacial del área del proyecto y su integración en el Sistema Ambiental Regional se considera como el 100% del espacio territorial que posee la expresión ecosistémica y socioeconómica, que presenta cada lugar para el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto y es capaz de identificar su poder de resiliencia al aprovechamiento de recursos naturales, localización de infraestructura, equipamientos, diversas formas de asentamientos humanos, etc. Su análisis y evaluación del impacto ambiental, encierra una gran complejidad que plantea la necesidad de identificar integralmente los factores ambientales, atributos e indicadores susceptibles de alteración. Para identificar los posibles impactos ambientales en la integración de la modernización de la carretera de terrecería existente del km 5+500 al km 10+000, es necesario establecer indicadores que señalen dichos impactos ambientales. El número de indicadores ambientales es variable, por lo que están acotados a la cantidad de actividades que se realicen en el proyecto, y las unidades de ponderación expresan valores combinados o información modificada, de modo que se tiene una evaluación multivectorial y multifactorial. Los indicadores propuestos se utilizarán para determinar el efecto de las actividades del proyecto que provocarán sobre los atributos del ambiente y son definidos como “la expresión medible de un impacto ambiental” con y sin proyecto, por lo que son variables simples que representan una alteración sobre un factor ambiental, así un indicador es capaz de caracterizar numéricamente, en un momento dado, el estado del factor que se pretende valorar. De esta forma, los indicadores cumplen con los siguientes requisitos:

- **Representatividad:** Se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto integral y global de la obra.
- **Relevancia:** La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- **Excluyente:** No existe una superposición entre los distintos indicadores.
- **Cuantificable:** Medible, siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- **Fácil identificación:** Definido conceptualmente de modo claro y conciso.

V.1.1 Lista indicativa de indicadores de impacto.

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente y que se ofrece a continuación, será útil para las distintas fases del proyecto, posteriormente se determinarán los indicadores particulares para el proyecto que se refiere a las actividades que se requieren para su desarrollo. Antes de identificar los efectos al ambiente ocasionados por las actividades del proyecto, es necesario identificar los elementos naturales y sociales del SAR que serán afectados, los cuales están basados en un inventario de factores ambientales, descritos más adelante. A continuación, se presentan los principales factores ambientales y socioeconómicos sobre los que recaerán los impactos positivos y negativos con algún indicio de un potencial desequilibrio ecológico o sobre el factor socioeconómico durante el desarrollo del proyecto.

Tabla V. 1 Lista indicativa de indicadores de impacto.

Subsistema	Apartado	Factor	Subfactor
Físico Natural	Abiótico	1. Clima	1. Insolación
		2. Geomorfología	2. Topografía
		3. Geología	3. Afloramientos rocosos
			4. Inestabilidad
		4. Suelo	5. Calidad
			6. Cantidad
			7. Estructura
		5. Aire	8. Calidad
			9. Confort sonoro
		6. Hidrología Subterránea	10. Capacidad de recarga
			11. Disponibilidad y uso del agua
			12. Calidad del agua
		7. Hidrología Superficial	13. Patrón de drenaje
			14. Calidad del agua
	Biótico	8. Vegetación	15. Diversidad alfa
			16. Abundancia
			17. Especies de vegetación NOM 059 SEMARNAT
		9. Fauna	18. Diversidad alfa
			19. Abundancia
			20. Especies de fauna NOM 059 SEMARNAT
		10. Hábitat	21. Fragmentación
			22. Sensibilidad
	Paisaje	11. Fondo escénico y estético	23. Calidad visual
Socioeconómico	Social	12. Uso del suelo	24. Aptitud del suelo
			25. Uso actual
		13. Desarrollo urbano	26. Vialidad y transporte
			27. Asentamientos humanos
			28. Seguridad en el trabajo

Subsistema	Apartado	Factor	Subfactor
		14. Salud y Seguridad social	29. Calidad de vida
		15. Económicos	30. Generación de empleo
			31. Migración
			32. Consumo de bienes y servicios
			33. Actividades Productivas y Urbanas.

Fuente: CANAN INEGENIERÍA, 2022.

Las fuentes generadoras de cambio provocadas por la obra y que afectan tanto a la zona del proyecto como de SAR se describen y desglosan a lo largo de la aplicación de las metodologías planteadas.

V.1.2 Selección de métodos para identificar y evaluar 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 Regional, 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:

1. Como primer punto se realiza un análisis espacial de sensibilidad a partir de la línea base del sitio obtenida de la etapa de caracterización del sitio y plasmada en el capítulo IV de este documento.
2. Posteriormente se describen y analizan el conjunto de actividades que se llevarán a cabo, dentro de la obra, lo cual requiere las particulares y especificaciones puntales, en tiempo y espacio, así como la valoración de la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales.
3. Posteriormente se procede a la elaboración de un listado de actividades de cada etapa del proyecto, el cual se agrupan en las siguientes etapas:
   - Preparación del sitio,
   - Construcción,
   - Operación y Mantenimiento

En cada 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 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.

4. Una vez realizada la primera aproximación de factores que serán impactados y las acciones que generarán dichos impactos, se procede a realizar un análisis mediante un diagrama de red, esto con el objeto de analizar las causas de los impactos y sus consecuencias a través de la identificación de las interrelaciones que existen entre las acciones causales y los factores ambientales que reciben el impacto.
5. Una vez concluida la primera identificación de impactos ambientales, se refuerza la investigación con un análisis de interacciones con los factores 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 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.

6. 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.
7. Una vez identificadas las interacciones entre las actividades de la obra y los atributos ambientales y de acuerdo con el tipo de impacto se desarrolla la matriz RIAM, que permite realizar un análisis sistemático, haciendo uso de datos cualitativos que pueden expresarse en forma semicuantitativa.
8. Se procede a 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.1.3 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.1.4 Descripción de las metodologías para la identificación de impactos ambientales

A fin de identificar adecuadamente las medidas para minimizar, restaurar o compensar los impactos negativos, se aplicaron diferentes metodologías especializadas en la evaluación e identificación de impactos ambientales, dichas metodologías fueron señaladas con antelación, a continuación, se presentan estas metodologías para que una vez identificados y ponderados los impactos ambientales se procede a identificar y describir las medidas de mitigación. La aplicación de la Lista de Verificación es la primera técnica para identificar las actividades del proyecto, así como sus factores y atributos ambientales comprendidos en el área de estudio. Su análisis se desarrolla en **tres** etapas:

- Preparación.
- Construcción.
- Operación. Y mantenimiento.

De acuerdo con el grupo multidisciplinario evaluador, se elaboró un análisis espacial de sensibilidad, así como, una primera lista simple de chequeo para el proyecto; también se desarrolla la identificación de los factores, atributos e indicadores involucrados. A continuación se presentan los primeros listados de las actividades por cada etapa del proyecto, posteriormente el Check List compuesto que consiste únicamente en listar las acciones y factores ambientales sin discutirlos, el grupo multidisciplinario de evaluación de impactos ambientales elaboró esta lista de chequeo sobre la base de una lluvia de ideas denominada técnica Delphi, soportada bajo la amplia experiencia del grupo evaluador; posteriormente se aplica simultáneamente la técnica “Ad hoc”, y su ponderación, con dicha metodología se obtuvieron las tablas de identificación de impactos. Las fuentes de cambio provocadas por la obra y que afectan al Sistema Ambiental Regional se muestran en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto. 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 sistema ambiental, a partir de las acciones de la integración de proyecto, con la secuencia de impactos analizados. La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente, resulta extremadamente útil para las distintas fases de un proyecto, incluyendo los indicadores particulares para el proyecto, los cuales se utilizarán posteriormente.

V.1.4.1 Análisis de sensibilidad

La línea base del Proyecto, se realizó con fundamento al análisis de los componentes ambientales que pueden ser indicadores ambientales de acuerdo con su sensibilidad: relieve, suelo, geomorfología, geología, 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.

El objetivo del análisis mediante la metodología de Sensibilidad Ambiental se orienta al establecimiento de una zonificación ambiental del área, en la cual puedan determinarse los niveles susceptibilidad de las áreas que conforman el SAR con el afán de orientar adecuadamente las medidas de prevención, mitigación y compensación.

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 sensibilidad	Grado de sensibilidad
Relieve	<10%	1	Muy bajo
Relieve	10-30%	2	Bajo
Relieve	30-50%	3	Medio
Relieve	>50%	4	Alto
Suelo	Suelo con erosión leve	2	Bajo
Suelo	Sin erosión	1	Muy bajo
Suelo	Suelo con erosión moderada	3	Medio
Suelo	Suelo con erosión severa	4	Alto
Suelo	Suelo con erosión Muy severa	4	Muy alto
Geomorfología	Terraplen >26 m	4	Muy alto
Geomorfología	Terraplen 19-25 m	4	Alto
Geomorfología	Terraplen 11-18m	3	Medio
Geomorfología	Terraplen 3-10 m	2	Bajo
Geomorfología	Terraplen <3m	1	Muy bajo
Geología	Gneises	1	Muy bajo
Geología	Granito	1	Muy bajo

Aspecto	Condición	valoración de sensibilidad	Grado de sensibilidad
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
Sismicidad	A	1	Muy bajo
Sismicidad	B	2	Bajo
Sismicidad	C	3	Medio
Sismicidad	D	4	Alto
USV	Agricultura	1	Muy bajo
USV	Pastizal Natural	3	Medio
USV	Pastizal Cultivado	1	Muy bajo
USV	Acahual o potrero	2	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

Aspecto	Condición	valoración de sensibilidad	Grado de sensibilidad
Fauna	Nula o muy baja presencia de especies nativas con presencia de especies exóticas	1	Muy bajo
Hidrología subterránea	Presión por uso >= 80%	4	Alto
Hidrología subterránea	Presión por uso>= 40%	3	Medio
Hidrología subterránea	Presión por uso >=11%	2	Bajo
Hidrología subterránea	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

Para poder ejecutar adecuadamente el análisis espacial de sensibilidad se procedió a delimitar unidades ambientales de acuerdo con las características de paisaje, cobertura y tipo de uso de suelo y vegetación que ostentan. Posteriormente, cada unidad identificada fue tabulada y valorada de acuerdo con los criterios de sensibilidad listados (ver tabla v.1) para los 10 elementos ambientales y las variables que los constituyen.

Posteriormente se procedió a valorar de forma estandarizada el estado de conservación de cada variable, los valores posibles para el estado de conservación son:

Tabla V. 2 Valores para el estado de conservación actual

Estado de conservación	Valoración
Muy buena	5
Buena	4
Regular	3
Mala	2
Muy mala	1

.

Una vez otorgados los valores estandarizados para la sensibilidad ambiental y el estado de conservación actual se procedió a obtener los índices parciales por variable, denominados como: IREL, ISUEL, IGEOM, IDEOL, ISIS, IUSV, IDVEG, IPA, IHSUB, IHIDRO, los índices son obtenidos en cada uno de los casos mediante la siguiente formula:

$$SIVn = VS + VC$$

Donde:

- SIVn= Subíndice de variable n
- VS= Valor estandarizado de sensibilidad ambiental
- VC= Valor estandarizado del estado de conservación

Finalmente, se ponderaron estos índices para obtener un indicador del grado de sensibilidad de las áreas naturales dentro de la cuenca. Este indicador fue obtenido a partir de la siguiente ecuación:

$$\sum = 15 * IREL + 15 * ISUEL + 10 * IGEOM + 10 * IGEOL + 2.5 * ISIS + 25 * IUSV + 10IDVEG + 5 * IPA + 2.5 * IHSUB + 5 * IHIDRO$$

Finalmente, a través del Sistema de Información Geográfica se enlazaron la capa vectorial con las unidades identificadas y los datos tabulares generados, permitiendo generar una capa que contiene la información sobre el campo correspondiente l grado de sensibilidad, pero referido espacialmente a cada correspondiente área natural.

Tabla V. 3 Valoración para VS y VC

Unidad Ambiental	ID	Relieve		Suelo		Geomorfología		Geología		Sismicidad		USV		Veg Densidad		Paisaje		Hidrología subterránea		Hidrología superficial	
		VS	VC	VS	VC	VS	VC	VS	VC	VS	VC	VS	VC	VS	VC	VS	VC	VS	VC	VS	VC
VSa BPQ	1	3	3	2	3	3	2	2	2	4	3	2	2	2	2	2	3	2	3	1	3
VSA BPQ	2	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3	4	4	4	1	4	1	4
AH	3	2	1	1	2	1	1	2	2	4	1	1	1	1	2	1	1	3	2	1	3

Tabla V. 4 Resultados de índices parciales por variable

Unidad Ambiental	ID	IREL	ISUEL	IGEOM	IGEOL	ISIS	IUSV	IDVEG	IPA	IHSUB	IHIDRO	INDICE DE SENSIBILIDAD
VSa BPQ	1	6	5	5	4	7	4	4	5	5	4	470
VSA BPQ	2	6	6	6	5	7	7	7	8	5	5	630
AH	3	3	3	2	4	5	2	3	2	5	4	285

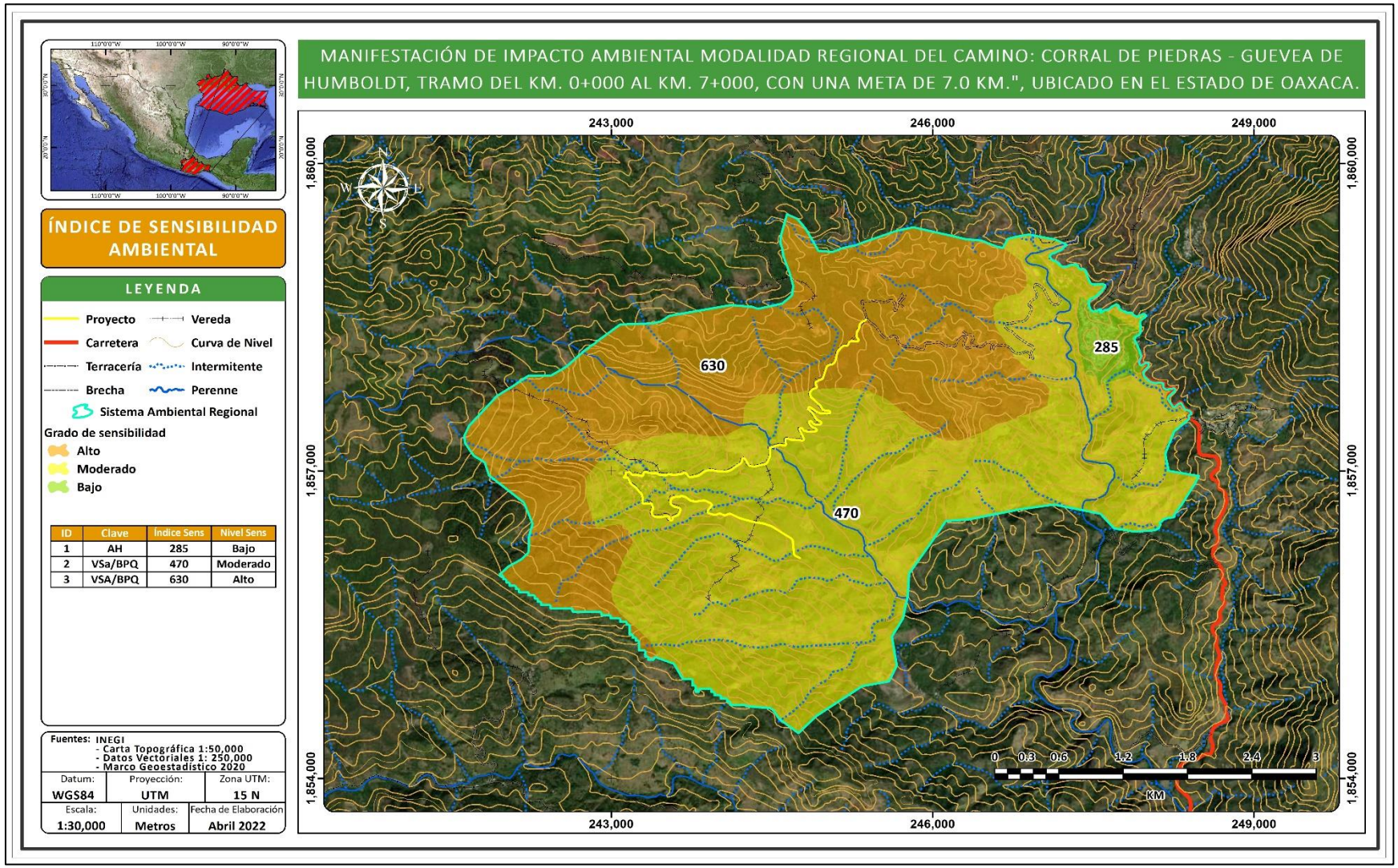
De acuerdo con la evaluación de la sensibilidad de cada elemento ambiental y en función de las correspondientes ponderaciones se obtuvo el Mapa de Sensibilidad Ambiental de la cuenca (ver siguiente imagen). En el mismo se muestra el grado o nivel de sensibilidad ambiental de las distintas áreas ambientales homogéneas presentes en la zona del SAR, resultando en un rango de valores de 285 a 630 de un rango posible de entre 200 y 900.

Para facilitar el análisis se procedió a establecer una clasificación de los valores obtenidos de acuerdo con el grado de sensibilidad ambiental de las áreas. Para ello se elaboró un histograma de frecuencias del grado de sensibilidad ambiental del SAR. En función de los resultados se clasificaron los valores en 4 niveles de sensibilidad, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V. 5 Rangos de sensibilidad

Rango	Nivel de sensibilidad
741-900	Muy alto
561-740	Alto
381-560	Moderado
200-380	Bajo

Imagen 1 Análisis espacial de sensibilidad



Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

A continuación, se describen los grados o niveles considerados como clases de sensibilidad:

Tabla V. 6 Clasificación de los grados de sensibilidad

Descripción del grado de sensibilidad	Color de identificación
Sensibilidad Baja: se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin complicaciones las acciones del proyecto, donde la recuperación podría ocurrir en forma natural.	
Sensibilidad Moderada: 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 Alta: 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 Muy 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: CANAN INGENIERIA 2022

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 modernización del camino, al incrementar agentes de presión, estos inducen una repuesta que puede provocar cambios en la biodiversidad o estructura de los componentes biológicos, que a su vez desencadena una serie de alteraciones, que pueden ser ligeras o muy severas. Específicamente en la zona donde se pretende insertar el proyecto las condiciones del ambiente aun cuando son zonas con mayor nivel naturalidad que de antropicidad, por lo que, 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 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 SAR se presentan alteraciones estructurales moderadas en cuanto al recurso vegetativo que se asocia e influye directamente en la calidad y conservación de suelos, fauna y recarga vertical de acuíferos; al mismo tiempo se presentan ligeras modificaciones en la dinámica ecosistémica del SAR, provocando reacciones negativas en cadena sobre otros elementos dentro o fuera del área, en esta se encuentran principalmente las zonas agrícolas y pastoriles que se encuentran desprovistas de vegetación.

Las actividades productivas juegan un papel principal en la presión ejercida hacia los recursos naturales, ya que debido a la ejecución de estas actividades se ha causado la disminución de la cobertura vegetal original y además ha incitado el desplazamiento de la fauna hacia zonas con mayor conservación, lo que ha provocado una modificación de la estructura ambiental del sitio y una pérdida moderada de hábitats y microhábitats, dando pie a la aparición de hábitats de sucesión o también conocidos como secundarios. Del análisis inicial de sensibilidad y de impactos actuales en el SAR y sitio de proyecto, se tiene lo siguiente:

Tabla V. 7 Impactos y actividades actuales en el SAR y sitio del proyecto

Obra o actividad que se desarrolla actualmente en el SAR	Componente ambiental que impacta	Impacto ambiental generado	Relación del impacto					
			Tipo (+ ó -)	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de estado
Agricultura	Suelo	Erosión del suelo	-	Permanente	Parcial	Alta	Pérdida de suelo	Superficie afectada por degradación edáfica
		Pérdida de las características físicas del suelo	-	Permanente	Parcial	Alta	Pérdida de fertilidad	
		Disminución de la calidad químicas del suelo	-	Permanente	Parcial	Alta	Contaminación del manto freático	
	Aire	Disminución de la calidad del aire	-	Permanente	Parcial	Baja	Aumento de gases efecto invernadero	Promedio anual de las concentraciones diarias y días en los que se excede la norma: monóxido de carbono
	Agua	Disminución de la calidad del agua superficial	-	Permanente	Parcial	Baja	Eutrofización	Demanda bioquímica de oxígeno en aguas superficiales
		Disminución de la calidad del agua subterránea	-	Permanente	Parcial	Alta	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	-	Permanente	Parcial	Media	Menor disponibilidad	Disponibilidad natural media per cápita

Obra o actividad que se desarrolla actualmente en el SAR	Componente ambiental que impacta	Impacto ambiental generado	Relación del impacto					
			Tipo (+ ó -)	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de estado
							para consumo humano	
	Vegetación	Disminución de la abundancia de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Alta	Desplazamiento de fauna	Extensión de bosques y selvas
		Disminución de diversidad alfa de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Media	Desequilibrio de dinámica poblacional	Especies terrestres mexicanas en riesgo
		Disminución de diversidad alfa de la fauna	-	Permanente	Puntual	Media	Desequilibrio de dinámica poblacional	
	Fauna	Disminución de la abundancia	-	Permanente	Puntual	Media	Desequilibrio de dinámica poblacional	
	Hábitat	Fragmentación del hábitat	-	Permanente	Parcial	Alta	Pérdida de conectividad de corredores biológicos	Extensión de ecosistemas terrestres naturales
	Paisaje	Disminución de la calidad del paisaje	-	Permanente	Parcial	Media	Pérdida de teselas e interacciones bióticas	Extensión con paisajes naturales
Ganadería	Suelo	Erosión del suelo	-	Permanente	Parcial	Alta	Pérdida de suelo	Superficie afectada por degradación edáfica
		Pérdida de las características físicas del suelo	-	Permanente	Parcial	Alta	Pérdida de fertilidad	
		Disminución de la calidad químicas del suelo		Permanente	Parcial	Alta	Contaminación del manto freático	
	Aire	Disminución de la calidad del aire	-	Permanente	Parcial	Media	Aumento de gases efecto invernadero	Promedio anual de las concentraciones diarias y días en los que se excede

Obra o actividad que se desarrolla actualmente en el SAR	Componente ambiental que impacta	Impacto ambiental generado	Relación del impacto					
			Tipo (+ ó -)	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de estado
								la norma: monóxido de carbono
	Agua	Disminución de la calidad del agua superficial	-	Permanente	Parcial	Baja	Eutrofización	Demanda bioquímica de oxígeno en aguas superficiales
		Disminución de la calidad del agua subterránea	-	Permanente	Parcial	Alta	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	-	Permanente	Parcial	Baja	Menor disponibilidad para extracción o uso	Disponibilidad natural media per cápita
	Vegetación	Disminución de la abundancia de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Alta	Desplazamiento de fauna	Extensión de bosques y selvas
		Disminución de diversidad alfa de la vegetación	-	Permanente	Puntual	Media	Desequilibrio de dinámica poblacional	Especies terrestres mexicanas en riesgo
		Disminución de diversidad alfa de la fauna		Permanente	Puntual	Media	Desequilibrio de dinámica poblacional	
	Fauna	Disminución de la abundancia	-	Permanente	Puntual	Media	Desequilibrio de dinámica poblacional	
	Hábitat	Fragmentación del hábitat	-	Permanente	Parcial	Alta	Pérdida de conectividad de corredores biológicos	Extensión de ecosistemas terrestres naturales

Obra o actividad que se desarrolla actualmente en el SAR	Componente ambiental que impacta	Impacto ambiental generado	Relación del impacto					
			Tipo (+ ó -)	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de estado
	Paisaje	Disminución de la calidad del paisaje	-	Permanente	Parcial	Media	Pérdida de teselas e interacciones bióticas	Extensión con paisajes naturales
Establecimiento de asentamientos humanos	Agua	Disminución de la calidad del agua superficial	-	Permanente	Puntual	Media	Aumento de coliformes fecales	Fosfato total en aguas superficiales
		Disminución de la disposición de agua	-	Permanente	Puntual	Baja	Aumento en el consumo del recurso	Disponibilidad natural media per cápita
	Fauna	Disminución de la abundancia de fauna	-	Permanente	Puntual	Media	Desplazamiento de fauna	Especies terrestres mexicanas en riesgo
Transporte de personas y mercancías	Aire	Disminución de la calidad del aire	-	Temporal	Puntual	Baja	Disminución de la calidad del aire	Promedio anual de las concentraciones diarias y días en los que se excede la norma: monóxido de carbono
		Perdida del confort sonoro	-	Temporal	Puntual	Baja	Exceso de ruido en zonas urbanas y ahuyentamiento de fauna	Promedio anual de niveles sonoros (Db) que exceden los limites permisibles
	Fauna	Disminución de la abundancia de fauna	-	Permanente	Puntual	Baja	Desplazamiento de fauna y atropellamientos	Especies terrestres mexicanas en riesgo

V.1.2.2. Lista de Chequeo descriptiva.

Las listas de Chequeo descriptivas. Son un método de identificación muy simple. por lo que se usa para evaluaciones preliminares. En las listas de chequeo descriptivas no se establece la importancia relativa de los diferentes impactos, cosa que deberá realizarse mediante otros métodos suplementarios. Contemplan escuetamente aquellos factores físicos. Bióticos y socioeconómicos que podrían ser afectados por las acciones del proyecto, sin tratar de evaluar los efectos, ni cualitativa ni cuantitativamente.

La aplicación de la lista de chequeo es la primera técnica que nos servirá para identificar las actividades impactantes del proyecto, así como los factores y atributos ambientales comprendidos en el área de estudio.

El análisis se desarrolla en 3 fases o etapas: Preparación del sitio, Construcción y Operación y mantenimiento; de acuerdo con el grupo multidisciplinario evaluador se elaboró una primera lista de chequeo simple para cada etapa del proyecto; a su vez se desarrolla la identificación de los factores, atributos e indicadores involucrados.

Las futuras fuentes de cambio provocadas de la obra y que afectan al Sistema Ambiental Regional se presentan en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto. 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 Sistema Ambiental Regional, a partir de las acciones del proyecto, con la secuencia de impactos analizados. Las etapas y actividades del Listado de Chequeo se presentan a continuación:

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.

Actividades contempladas para la etapa de preparación del sitio

1. Trazo de la trayectoria y delimitación del derecho de vía.
2. Desmonte de la vegetación.
3. Despalme.
4. Cortes
5. Nivelación y rellenos.
6. Excavación.
7. Compactación.
8. Manejo y disposición de residuos de obra.
9. Instalación de infraestructura de apoyo provisional.

Tabla V. 8 Lista de chequeo para la identificación de impactos del proyecto para la etapa de preparación

ETAPA DE PREPARACIÓN		
ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL AFECTADOS	IMPACTO POTENCIAL
Trazo de trayectoria y delimitación del DDV.	Vegetación.	Disminución de la cobertura vegetal en el estrato herbáceo
	Fauna	Desplazamiento de fauna
	Uso de Suelo.	Cambio del uso de suelo de actividades antrópicas y forestales para ser dedicadas únicamente a la comunicación y transporte terrestre.
Desmonte.	Vegetación.	Disminución de la cobertura vegetal
	Hábitat.	Fragmentación de hábitats circundantes
	Fauna.	Desplazamiento de fauna
	Paisaje.	Modificación del paisaje.
	Calidad de vida	Aumento de empleos formales
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
	Hidrología	Modificación del patrón de drenaje
Despalme.	Suelo.	Aumento de los procesos erosivos
		Pérdida de horizontes fértiles.
		Disminución de la calidad del suelo
	Aire.	Disminución de la calidad del aire
		Aumento en los niveles sonoros
	Hábitat.	Pérdida de micro ecosistemas.
	Fauna.	Desplazamiento de fauna
	Paisaje.	Disminución de la calidad visual
	Calidad de vida.	Aumento de empleos formales
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
Cortes.	Geomorfología.	Modificación de la topografía
	Vegetación.	Disminución de la cobertura vegetal
	Suelos.	Perdida de la estructura edáfica
		Aumento en los procesos erosivos
	Geología	Aumento en los procesos denudativos
	Paisaje.	Pérdida de la calidad visual
	Aire.	Disminución de la calidad del aire
		Aumento en los niveles sonoros
	Hidrología	Modificación del patrón de drenaje
		Pérdida de la calidad del agua
	Seguridad en el trabajo.	Riesgo de accidentes para los trabajadores
		Aumento de beneficios de seguridad social
Nivelación y rellenos.	Aire.	Disminución de la calidad del aire
		Aumento en los niveles sonoros
	Geomorfología.	Modificación de la topografía
	Seguridad en el trabajo.	Riesgo de accidentes para los trabajadores
		Aumento de beneficios de seguridad social
	Paisaje.	Pérdida de la calidad visual
	Hidrología	Modificación del patrón de drenaje
	Calidad de vida.	Aumento de empleos formales
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
Compactación.	Aire.	Disminución de la calidad del aire
		Aumento en los niveles sonoros

ETAPA DE PREPARACIÓN		
	Fauna.	Desplazamiento de fauna
	Calidad de Vida.	Generación de empleos de mano de obra local poco calificada.
	Aire.	Disminución de la calidad del aire
		Aumento en los niveles sonoros
	Hidrología	Modificación del patrón de drenaje
Acarreos de material.	Suelo	Eliminación del suelo.
	Aire	Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales.
	Generación de empleo.	Uso de los servicios locales de transporte de carga.
	Hidrología	Disminución de la calidad del agua

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Etapa de construcción del proyecto. En esta etapa se tiene como finalidad integrar el proyecto sobre el terreno previamente preparado para soportar dicha infraestructura.

Actividades contempladas para la etapa de construcción

10. Obras de drenaje y subdrenaje.
11. Construcción de Terraplenes.
12. Estabilización de Taludes.
13. Acarreos de material.
14. Plantas de asfalto, concreto y trituradoras.
15. Talleres y patios de servicios.
16. Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.
17. Obras complementarias.
18. Manejo y disposición de residuos de obra.
19. Señalamientos.
20. Rehabilitación de DV y áreas verdes
21. Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo
22. Limpieza del sitio

Tabla V. 9 Lista de chequeo para la identificación de impactos del proyecto para la etapa de construcción

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN		
ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Obras de drenaje y subdrenaje.	Suelo.	Modificación de la estructura del suelo
	Fauna	Desplazamiento de fauna
	Geomorfología.	Modificación de la topografía
		Socavación
	Hidrología.	Pérdida de la calidad del agua
		Modificación del patrón de drenaje
	Calidad de vida.	Aumento de empleos formales
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
	Hidrología.	Disminución de la calidad del agua

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN		
Construcción de Terraplenes		Modificación del patrón de drenaje
	Geomorfología.	Inestabilidad de taludes y modificación del relieve.
	Suelo.	Aumento de los procesos erosivos
		Disminución de la calidad del suelo
	Calidad de vida.	Aumento de empleos formales
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
Estabilidad de taludes.	Vegetación.	Disminución de la cobertura vegetal en el estrato herbáceo
	Aire.	Disminución de la calidad del aire
		Aumento en los niveles sonoros
	Geomorfología.	Modificación de la topografía
	Calidad de vida.	Aumento de empleos formales
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
Acarreos de material.	Aire.	Disminución de la calidad del aire
		Aumento en los niveles sonoros
	Calidad de vida.	Aumento de empleos formales
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.	Hidrología	Disminución de la calidad del agua
	Aire.	Disminución de la calidad del aire
		Aumento en los niveles sonoros
	Suelo.	Disminución de la calidad del suelo
	Paisaje	Disminución de la calidad visual
	Seguridad en el trabajo.	Riesgo de accidentes para los trabajadores
		Aumento de beneficios de seguridad social
	Calidad de vida.	Aumento de empleos formales
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.	Clima.	Aumento en la temperatura de la superficie del suelo
	Calidad del aire.	Generación de polvos y gases de combustión.
		Contaminación por ruido.
	Hidrología superficial.	Modificación del patrón de drenaje
	Calidad de vida.	Aumento de empleos formales
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
	Fauna.	Desplazamiento de fauna
	Hábitat	Fragmentación de hábitats circundantes
Obras complementarias.	Vegetación.	Integración de especies arbóreas para incrementar su densidad.
	Fauna.	Desplazamiento de fauna
	Calidad de vida.	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra no calificada.
Manejo y disposición de residuos de obra.	Suelo.	Disminución de la calidad del suelo
	Aire	Disminución de la calidad del aire
	Hidrología	Disminución de la calidad del agua
	Paisaje.	Disminución de la calidad del paisaje
Señalamientos.	Paisaje.	La presencia de señalamientos provoca una alteración visual del paisaje,
	Calidad de vida.	Aumento de empleos formales
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
Desmantelamiento de la	Suelo	Modificación de la estructura del suelo
		Contaminación del suelo, por la generación de residuos finales.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN		
infraestructura de apoyo.		
Limpieza del sitio	Calidad de vida	Aumento de empleos formales
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
	Suelo	Mejora en la estructura del suelo
	Paisaje	Aumento en la calidad del paisaje
	Seguridad	Riesgo de accidentes para los trabajadores
		Aumento de beneficios de seguridad social

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.

Actividades contempladas para la etapa de operación y mantenimiento

23. Tránsito vehicular
24. Bacheo, pintura y señalización.
25. Limpieza de vegetación ruderal y residuos.
26. Sistema de prevención de accidentes.

Tabla V. 10 Lista de chequeo para la identificación de impactos del proyecto para la etapa de construcción

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Tránsito vehicular.	Aire.	Disminución de la calidad del aire
		Aumento en los niveles sonoros
	Suelo	Disminución de la calidad del suelo
	Hidrología	Disminución de la calidad del agua
	Fauna.	Disminución de la abundancia de la fauna
	Seguridad durante el transporte.	Disminución de accidentes viales
	Elementos urbanos	Incremento de los servicios viales y de transporte
	Calidad de vida	Incremento en la demanda de bienes y servicios.
Limpieza, bacheo, y señalización.	Aire.	Disminución de la calidad del aire
		Aumento en los niveles sonoros
	Seguridad.	Disminución de accidentes viales.
	Calidad de vida.	Aumento de empleos formales
Sistemas de Prevención de Accidentes.	Seguridad.	Disminución de accidentes viales.
	Elementos urbanos	Incremento de los servicios viales y de transporte
	Calidad de vida	Incremento en la demanda de bienes y servicios.

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 moderadamente su estructura original, también debe considerarse que el proyecto promueve una modernización del

camino, por lo que se puede considerar que la mayoría de los impactos ambientales con alta significancia se han dado a lo largo del tiempo y que si bien el proyecto modificara algunos atributos ambientales la extensión de estos será local.

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. 11 Factores y atributos del medio físico y biótico considerados para la construcción de la matriz de interacción de impactos del proyecto del camino.

Sub sistema	Apartado	Factor	Subfactor
Físico Natural	Abiótico	1. Clima	1. Insolación
		2. Geomorfología	2. Topografía
		3. Geología	3. Afloramientos rocosos
			4. Inestabilidad
		4. Suelo	5. Calidad
			6. Cantidad
			7. Estructura
		5. Aire	8. Calidad
			9. Confort sonoro
		6. Hidrología Subterránea	10. Capacidad de recarga
			11. Disponibilidad y uso del agua
			12. Calidad del agua
		7. Hidrología Superficial	13. Patrón de drenaje
			14. Calidad del agua
	Biótico	8. Vegetación	15. Diversidad alfa
			16. Abundancia
			17. Especies de vegetación NOM 059 SEMARNAT
		9. Fauna	18. Diversidad alfa
			19. Abundancia
			20. Especies de fauna NOM 059 SEMARNAT
		10. Hábitat	21. Fragmentación
			22. Sensibilidad
	Paisaje	11. Fondo escénico y estético	23. Calidad visual
Socioeconómico	Social	12. Uso del suelo	24. Aptitud del suelo
			25. Uso actual
		13. Desarrollo urbano	26. Vialidad y transporte
			27. Asentamientos humanos
		14. Salud y Seguridad social	28. Seguridad en el trabajo
			29. Calidad de vida
		15. Económicos	30. Generación de empleo
			31. Migración

Sub sistema	Apartado	Factor	Subfactor
			32. Consumo de bienes y servicios
			33. Actividades Productivas y Urbanas.

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

V.1.2.3 Diagrama de red

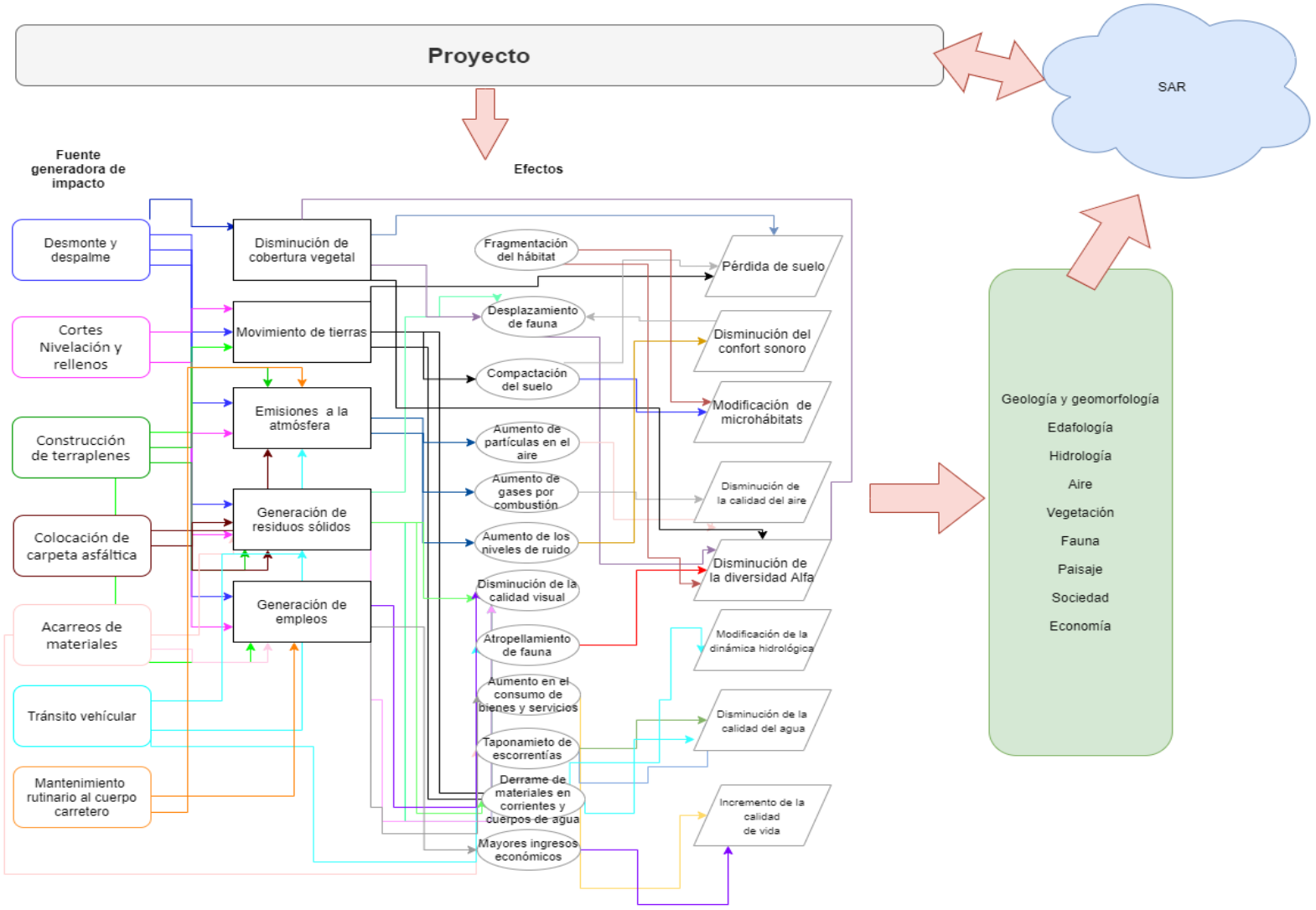
A partir de la primera aproximación de los impactos potenciales que puede generar el proyecto mediante la lista de chequeo descriptiva se procede a aplicar una red bayesiana para acercarnos a la identificación definitiva de las interacciones que provocarán los impactos ambientales durante las diversas etapas del proyecto.

Diagrama de red. Estos diagramas son métodos que integran las causas de los impactos y sus consecuencias, mediante la identificación de las interrelaciones existentes entre las actividades o acciones causales y los factores ambientales impactados, incluyendo aquellas que representan sus efectos secundarios y terciarios (Canter, 1998).

La técnica pretende poner de relieve las interacciones entre componentes ambientales y, por tanto, las relaciones causa-efecto de segundo, tercero y más alto grado (Sanz, 1991). Se hace una lista de las acciones del proyecto, las cuales se ligan a cambios en el entorno mediante relaciones causa-efecto, lo que el método describe como “condiciones de cambio”. Posteriormente son adicionadas, como columnas, Acciones Correctivas y Mecanismos de Control, para cada uno de los impactos finales.

En ese sentido se presenta el siguiente diagrama de red el cual pretende realizar un análisis de las condiciones Iniciales/ consecuencias/ efectos.

Figura V. 1 Diagrama de red de las condiciones actuales/ consecuencias y efectos



Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

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 de drenaje.

Las actividades mencionadas pueden generar el aporte de cualquier tipo de material a los cuerpos de agua tanto lenticos como loticos, ya sea por acción eólica, de escorrentía, disposición directa o ejecución de obras sobre o en los alrededores de la corriente.

Con respecto a la hidrología subterránea, las actividades que conllevan el desmonte, despalme, las excavaciones, perforaciones y cortes podrían generar disminución en el recurso hídrico subterráneo debido a que cuando se remueve una parte de la cobertura vegetal del suelo, este queda expuesto a agentes erosivos, y así queda reducida la capacidad de infiltración hacia el acuífero, además, al retirar cobertura vegetal se podría afectar la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo, pues al retirar la vegetación queda el suelo desprotegido, disminuyendo la retención de agua, afectando acuíferos someros por profundización de la tabla de agua. 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, pero estas serán mínimas, ya que el proyecto no requiere de cortes y el terraplén de acceso es pequeño.

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 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, 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, 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 generaran menores efectos en cuanto al aire se refieren ya que 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 a lo largo de la ejecución del proyecto sus efectos no son tan críticos ni inmediatos como los descritos en primera instancia.

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 se presentan intensidades entre altas y bajas, extensiones de las obras de forma parcial, persistencias de los efectos fugaces y, periodicidad irregular en las obras ejecutadas de tal forma que puede ser recuperable en el corto plazo. 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 del desmonte y despalme lo que generará un impacto sobre la cobertura vegetal, pues existirá remoción de los tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) que integran la comunidad vegetal, sin embargo, 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 estos 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 ALTA 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 ya se cuenta con una estructura lineal como es la terracería existente, por lo que la fragmentación ya existe en el sitio.

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.

El desmonte y despalme conllevan la pérdida de la cobertura vegetal, especialmente en aquellos sitios en el que están presentes coberturas naturales y seminaturales como la vegetación secundaria de bosque. 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 del camino pude ampliar la fragmentación de 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 y ya se presenta un efecto de barrera en el sitio del proyecto.

Efectos sobre el paisaje

Una radiografía actual del estado de degradación del paisaje natural en el contexto local y regional de la zona del proyecto, muestran una tendencia hacia la presión antrópica asociada a la explotación extensiva e intensiva de los recursos naturales y expansión urbanística. 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 efectos en los factores ecológicos, sociales y económicos, sino también en los culturales, escénicos y afectivos. Las modificaciones al mismo 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 modernización del camino serán casi imperceptibles.

Efectos sobre la sociedad y economía

El comportamiento actual de la población del Municipio según su tasa de natalidad es el de incrementarse; pero con el padecimiento del alto índice del proceso migratorio de personas de las comunidades rurales parece que el proceso se contrarresta, por lo que la realización de este proyecto no será un factor determínate o significativo en el cual haya una modificación al sistema

actual de crecimiento de las localidades aledañas; sino que influirán otros factores externos al mismo. 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 no solo la comunicación entre las distintas poblaciones sino que mejorara 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 en este medio conforme transcurra el tiempo.

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.1.2.4 Matriz para la identificación de impactos ambientales

Con base en los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías de listado de chequeo y diagrama de red, se procede a la identificación de impactos ambientales, cuyo punto de partida se realiza una descripción y análisis del conjunto de actividades que se llevarán a cabo dentro del proyecto las cuales se agrupan en las siguientes etapas:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Operación y mantenimiento.

Por otra parte, se listan los factores y atributos ambientales que se considera pueden llegar a ser afectados por una o varias etapas de la obra. Los factores ambientales listados son: clima, geomorfología, geología, suelo, agua, hidrología, vegetación, fauna, hábitat, paisaje, factores sociales y económicos, de esta manera se puede conformar la matriz para identificar las diversas interacciones que generarán los impactos negativos y benéficos durante la ejecución del proyecto.

Una vez conformada la matriz, se procede al análisis de interacciones, a continuación, se presenta la matriz conformada para el proyecto:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA.

El uso de la matriz de interacciones permitirá realizar una especie de cribado para posteriormente evaluar como impactos, únicamente las interacciones aplicables.

Tabla V. 12 Matriz de identificación de impactos ambientales

Medio	Factor	Etapa	Preparación										Construcción del proyecto													Operación y mantenimiento					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23	24	25	26		
		Actividad / Subfactor	Trazo de la trayectoria y delimitación del derecho de vía.	Desmonte de la vegetación.	Despalme.	Cortes	Nivelación y rellenos.	Excavación.	Compactación.	Manejo y disposición de residuos de obra.	Instalación de infraestructura de apoyo provisional.	Subtotal	Obras de drenaje y subdrenaje.	Construcción de Terraplenes.	Estabilización de Taludes.	Acarreos de material.	Plantas de asfalto, concreto y trituradoras.	Talleres y patios de servicios.	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.	Obras complementarias.	Manejo y disposición de residuos de obra.	Señalamientos.	Rehabilitación de DV y áreas verdes	Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo	Limpieza del sitio	Subtotal	Tránsito vehicular	Bacheo, pintura y señalización.	Limpieza de vegetación ruderal y residuos.	Sistema de prevención de accidentes.	Subtotal	Total
Abiótico	Clima	Insolación		1	1							2							1							1					0	3
	Geomorfología	Topografía		1	1	1	1	1	1			6	1	1	1				1							4					0	10
	Geología	Afloramientos rocosos		1	1	1		1				4	1	1	1											3					0	7
	Suelo	Calidad		1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	12	1	1	1		3	23
		Cantidad		1	1	1	1	1	1			6	1	1	1	1			1				1		1	7					0	13
		Estructura		1	1	1	1	1	1			6	1	1	1	1	1	1	1	1			1		1	10					0	16
	Aire	Calidad		1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	4	25
		Confort sonoro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	4	26
	Hidrología subterránea	Capacidad de recarga		1	1	1	1	1	1			6		1	1				1				1		1	5					0	11
		Disponibilidad y uso de agua		1	1		1		1			4		1					1							2					0	6
		Calidad del agua		1	1	1	1	1	1	1		7	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	12			1		1	20
	Hidrología Superficial	Patrón de dreneje		1	1	1	1	1	1	1		7	1	1	1				1		1		1		1	7					0	14
		Calidad del agua		1		1	1	1	1	1	1	7	1	1	1	1			1		1		1	1		8	1	1	1		3	18
Biótico	Vegetación	Especies de vegetación en la NOM 059										0														0					0	0
		Diversidad alfa de la vegetación		1	1	1		1				4														0					0	4
		Abundancia de la vegetación	1	1	1	1	1	1			1	7	1	1	1	1	1	1		1			1		1	9			1	1	2	18
	Fauna	Diversidad alfa de la fauna		1	1	1		1				4									1					1					0	5
		Especies de fauna en la NOM 059										0														0					0	0
		Abundancia de la fauna		1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1	1	11	1		1		2	21
	Hábitat	Fragmentación		1		1	1	1				4		1												1					0	5
		Sensibilidad		1	1	1	1	1	1	1		7		1					1		1					3	1		1		2	12
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual		1	1	1	1	1	1	1	1	8		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1		3	23
Socioeconómico	Uso de suelo	Aptitud del suelo		1	1	1	1	1	1	1		7		1	1				1		1				1	5			1		1	13
		Uso actual		1	1	1	1	1	1	1	1	8	1		1		1	1	1	1	1		1	1		9			1		1	18
	Desarrollo urbano	Vialidad y transporte										0									2	1		1		2	1	1		1	3	5
		Asentamientos humanos										0														0	1	1			2	2
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo		1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	4	26
		Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	4	26
	Económicos	Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	4	26
		Migración interregional										0														0	1	1		1	3	3
		Consumo de bienes y servicios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1	4	26
		Actividades productivas y urbanas								1		1								1			1			2	1	1	1	1	4	7
	Sumatorias		6	26	24	24	22	24	20	16	12	174	17	22	20	14	13	13	20	14	16	8	18	13	16	204	15	13	16	10	54	432

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

V.1.5 Criterios y metodologías de evaluación

V.1.3.1 Metodología de evaluación (Matriz de Evaluación Rápida de Impacto "RIAM")

Una vez identificados los impactos ambientales, se elabora **La Matriz de Evaluación Rápida de Impacto "RIAM"** por sus siglas en inglés, que es una metodología que permite realizar un análisis sistemático, haciendo uso de datos cualitativos que pueden expresarse en forma semi-cuantitativa, y de esa forma crear un registro transparente y permanente. Una de las ventajas de la metodología del RIAM es que organiza el proceso del análisis de forma interactiva y coherente.

Esta metodología está adaptada a un análisis en que se utiliza un enfoque de equipo multidisciplinario, puesto que permite que se analicen datos de diferentes sectores con respecto a criterios importantes y en una matriz común, con lo que se crea una evaluación rápida y clara de los impactos más importantes. El sistema crea un medio en el cual es posible desarrollar el perfil de una condición de impacto, lo que permite hacer comparaciones rápidas de las opciones de desarrollo. Los cuatro aspectos del ambiente que interaccionan y que son objeto de la predicción de impactos. Esta metodología supera los problemas de la aproximación tradicional en evaluaciones cualitativas, que dependen en gran medida de la experiencia y conocimientos del evaluador, definiendo los criterios y las escalas contra los cuales estos juicios deben ser hechos y poniendo los resultados en una matriz simple que permite un registro permanente de los argumentos en el proceso de juicio. Este método, es altamente flexible y útil en casos donde se cuenta con bases de datos insuficientes.

El método o matriz RIAM Cubre 4 categorías ambientales:

1) Aspectos físicos y químicos
2) Aspectos biológicos y ecológicos
3) Aspectos sociales y culturales
4) Aspectos económicos y operacionales.

La matriz RIAM es conveniente para EIA donde se utiliza una aproximación multidisciplinaria, permitiendo que datos provenientes de diferentes sectores sean analizados contra importantes criterios comunes dentro de una matriz común, proporcionando de esta manera una rápida y clara evaluación de los principales impactos.

Componentes Ambientales – Método RIAM:

Físico - químicos Engloba todos los aspectos físicos y químicos de la Ambiente, incluyendo los recursos naturales finitos (no biológicos) (contaminación, erosión, calidad del agua, aire y suelo, etc.) (representan en color verde) gráficamente se

Biológicos y ecológicos Incluye todos los aspectos biológicos del ambiente, incluyendo recursos naturales renovables, conservación de la biodiversidad, interacción de especies y contaminación de la biosfera. (Flora, fauna, vectores de enfermedades, biodiversidad, etc.) (gráficamente se representan en color rojo)

Socio culturales Engloba todos los aspectos humanos del ambiente, incluyendo tópicos sociales que afectan a los individuos y las comunidades, junto con los aspectos culturales, incluyendo la conservación del patrimonio cultural y desarrollo humano. (Aprovisionamiento de agua, pérdida de vivienda, empleo, inmigración, emigración, etc.) (gráficamente se representan en color gris)

Económicos operacionales Incluye los aspectos para identificar cualitativamente las consecuencias económicas del cambio ambiental, temporal y permanente, así como las complejidades del manejo del proyecto dentro del contexto de las actividades del proyecto. (pérdida de cosechas, pesca, turismo, costo de operación y mantenimiento, etc.) (gráficamente se en color azul)

La ponderación de los impactos se divide en dos grupos A y B, que mediante la siguiente formulación permiten obtener los resultados de cada interacción entre factor ambiental y la actividad que causara el impacto.

AT = (A1) x (A2)
BT = (B1) +(B2) +(B3)
ES = (AT) x (BT)

Donde:

- (A1) y (A2): son las puntuaciones individuales de los criterios correspondientes al grupo A.
- (B1), (B2) y (B3): son las puntuaciones individuales de los criterios que corresponden al grupo B.
- AT: es el resultado de la multiplicación de todas las puntuaciones de los criterios del grupo A.
- BT: es el resultado de la suma de todas las puntuaciones de los criterios del grupo B.
- ES: es la puntuación de evaluación del criterio.

Para interpretar los resultados que nos arroja la matriz se emplea los rangos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla V. 13 Rango de Interpretación de resultados Método RIAM

Puntaje Final de evaluación RIAM (ES)	Rango Numérico (RB)	Clase (RB)	Descripción
108 a 72	5	E	Cambio mayor, impacto positivo
71 a 36	4	D	Cambio, impacto positivo significativo
35 a 19	3	C	Cambio, impacto positivo moderado
10 a 18	2	B	Cambio, impacto positivo leve
1 a 9	1	A	Cambio, impacto positivo no significativo
0	0	N	No produce cambios, no aplicable
-1 a -9	-1	-A	Cambio, impacto negativo no significativo
-10 a -18	--2	-B	Cambio, impacto negativo leve
-19 a -35	-3	-C	Cambio, impacto negativo moderado
-36 a -71	-4	-D	Cambio, impacto negativo significativo
-72 a -108	-5	-E	Cambio mayor, impacto negativo

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Una vez calificados todos los impactos identificados, el software de RIAM genera la interpretación de los resultados de una forma gráfica, esta interpretación se da por cada actividad y se agrupa por componente ambiental.

V.1.3.2 Criterios

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En ese sentido estos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación lo que tratan es de valorar conjuntamente el impacto global de la obra.

A continuación, se presentan los criterios que considera la metodología "RIAM" para evaluar los impactos ambientales.

Tabla V. 14 Criterios considerados en la evaluación de impactos del Método RIAM

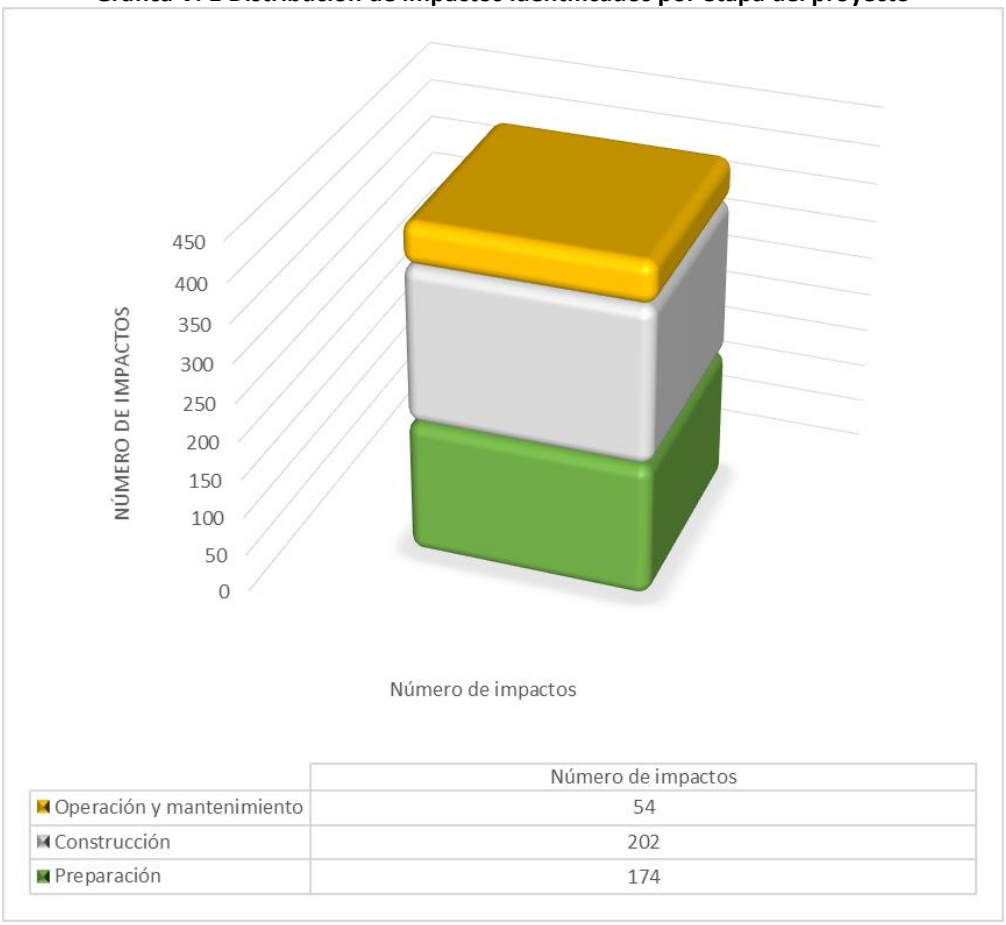
Importancia de la condición A1	○ Es una medida de la importancia del impacto o condición, la cual es evaluada contra los límites espaciales o intereses humanos a ser afectados, y va desde "no importante" hasta "importante" a los intereses nacionales o internacionales. ○ Es una valoración cualitativa por consenso. ○ Depende de las características del proyecto y del ambiente. ○ Es independiente de los otros criterios. ○ Un factor ambiental impactado puede ser muy importante a pesar de que su magnitud sea mínima.
Magnitud del cambio o efecto A2	○ La magnitud es una medida de la escala de beneficio o no beneficio de un impacto o una condición, y va de un "no beneficio o cambio mayor", pasando por "no cambio o estatus quo" hasta llegar a "beneficio positivo mayor" ○ Es la escala o intensidad del impacto. ○ Entre mayor sea la intensidad, mayor será la valoración que se hace de su magnitud.
Permanencia B1	○ Pueden darse impactos temporales o permanentes. ○ Es el tiempo de exposición del impacto. ○ Entre mayor sea la permanencia, mayor será la valoración dada a esta característica.
Reversibilidad B2	○ Define si el impacto puede ser cambiado y es una medida de control sobre el efecto del impacto. No deberá de ser confundido o igualado con "Permanencia" (p.e. un derrame accidental de un tóxico sobre un río es una condición temporal (B1), pero su efecto (muerte de peces) es irreversible (B2) ○ Es la capacidad del medio de retornar a su calidad ambiental original una vez que la causa ha sido eliminada. ○ Es reversible si al eliminar la causa desaparece el impacto. ○ Es irreversible si al eliminar la acción generadora el impacto persiste.
Acumulativo B3	○ Es una medida si el efecto será un impacto directo único o si existirán efectos acumulativos en el tiempo o efectos sinérgicos con otras condiciones. ○ El criterio acumulativo es un medio de juzgar la sostenibilidad de la condición y no deberá ser confundida con la situación permanente o irreversible. ○ Es la capacidad del impacto de volverse acumulativo en el ambiente. ○ Entre mayor sea la acumulación, se pueden desencadenar otros impactos de manera sinérgica.

V.2 Caracterización de los impactos

V.2.1 Análisis descriptivo de los impactos

Como resultado de las metodologías de identificación de impactos para el proyecto: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA**, se tienen 26 actividades y 32 atributos o sub-factores ambientales, lo que resulta un total de 832 interacciones posibles, de las cuales solo se identificaron 430 aplicables para el proyecto. El número de impactos se distribuyen según cada etapa de la siguiente manera:

Gráfica V. 1 Distribución de impactos identificados por etapa del proyecto



	Número de impactos
Operación y mantenimiento	54
Construcción	202
Preparación	174

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Como se puede observar en cuanto número de impactos la etapa de construcción será la que impacte mayormente a los diversos factores y atributos ambientales, sin embargo, es de alta importancia realizar la evaluación de los impactos identificados para determinar la significancia de cada uno de ellos. Por lo que a continuación se presenta en primera instancia la descripción general de los impactos para su posterior evaluación y jerarquización.

V.2.1.1 Descripción general de los impactos para la etapa de preparación del sitio.

- Suelo: Las afectaciones que se pronostica impacten de forma adversa este recurso durante la etapa de preparación, provienen de las actividades del Desmonte, Despalme, Cortes, Excavación, Movimiento de tierras, Nivelación y Compactación, las cuales modificarán las propiedades físicas de suelos tipo, es importante considerar que para el factor suelo en las superficies que ocupará el camino, se tendrá un impacto permanente e irreversible; por lo que se considera de significancia **alta,** lo cual obedece a que aún y cuando la zona donde se pretende realizar el proyecto respeta la ruta actual del camino existente, se requerirán superficies de afectación adicional, además de que las superficies de afectación adicional se localizan principalmente sobre terrenos con aptitud forestal. Con respecto al SAR, la zona norte de este presenta un estado bueno de conservación ya que alberga estructuras de vegetación secundaria de bosque en un buen estado, mientras que la zona sur poniente presenta zonas menos conservadas debido a la deforestación para dar paso a actividades productivas primarias, lo que ha traído consigo un deterioro en el recurso edáfico.
  La infraestructura del Proyecto, por su naturaleza, tendrá que ocupar y modificar toda la escasa superficie del terreno prevista; sin embargo, es importante recalcar que será únicamente en una zona limitada, necesaria para la rectificación y nivelación del trazo. Las cuales se desarrollarán sobre el derecho de vía, recordando que el impacto mayor ya ha ocurrido durante la apertura del camino existente, por lo que el impacto se reduce significativamente al tratarse de una modernización y no de un camino completamente nuevo.
- Agua: Este factor podrá verse impactado durante la etapa de preparación principalmente por las actividades de desmonte, despalme, cortes, excavación y compactación, ya que el material suelto generado por dichas actividades puede ser arrastrado fácilmente por las escorrentías de las épocas de lluvia para depositarse en los arroyos alrededor del proyecto. La presencia de sólidos en los cuerpos de agua evita la penetración de la luz y los procesos de fotosíntesis de algunos organismos acuáticos, también altera los ciclos de equilibrio químico generando entre otras cosas una mayor demanda de O2 y en consecuencia la eutroficación del cuerpo de agua y la muerte de los organismos, además dichas actividades modificarán las condiciones originales del suelo, modificar la topografía natural del terreno. Además, las obras como lavaderos, cunetas y bordillos modifican los procesos de erosión sedimentación, ya que al recolectar el agua de los escurrimientos que confluyen a la obra carretera y encauzarla hacia corrientes que cuentan con obras de drenaje, se incrementa el volumen de escorrentía de estos últimos y dejan sin agua a los primeros Por otra parte, durante el manejo de materiales y de residuos se puede generar la obstrucción parcial de escorrentías, de igual manera la presencia de maquinaria puede ocasionar que se modifique la calidad del agua a causa de derrames accidentales, de igual manera el agua residual de comedores o sanitarios puede ser vertida al terreno de manera inadecuada.
- Vegetación y fauna: Con respecto al factor vegetación y de acuerdo con las interacciones de impacto identificadas tenemos que el proyecto requerirá cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que, se contempla la remoción de ejemplares arbóreos y arbustivos que actualmente conforman macizos forestales, lo que tendrá un efecto adverso inmediato tras la eliminación de vegetación ya que los estratos vegetales sirven como refugio y fuente de alimento para fauna y que de igual manera prestan servicios ambientales y delimitan las parcelas agrícolas. El desmonte y despalme es una actividad con importantes implicaciones ambientales, ya que, la eliminación de la cubierta vegetal trae como

consecuencia la pérdida de microhábitats que existe en estos sitios. Este es un impacto local pero permanente. a causa la mencionada remoción de vegetación, se propiciará efectos secundarios como son: disminución de abundancia de la vegetación y desplazamiento de fauna.

La baja observación de mamíferos y reptiles, y la mediana observación de aves nos lleva a la conclusión de que sitios aledaños a zonas rurales en áreas que poseen vegetación en manchones sin continuidad que permitan crear algún tipo de corredor, lo que no permite el establecimiento de fauna silvestre en la zona del camino actual, si acaso, como refugio durante las actividades de busca de alimento en las horas de sol, pero no como sitios de crianza o madrigueras. Por lo que , se concluye que no habrá afectación importante a la fauna silvestre cuando se realice la pretendida modernización de este camino, puesto que la modificación del ecosistema existente sobre el derecho de vía no es significativa si se compara con el estado de los ecosistemas aledaños a este camino en su estado actual., por lo que se considera que al tratarse de una modernización a un camino existente con la integración de medidas de mitigación, la dinámica ecosistémica retornará a las condiciones actuales en el corto plazo puesto que la fauna presente ya se encuentra adaptada a la presencia del camino actual, por lo que, las afectaciones principales se darán de manera temporal específicamente durante las actividades de desmonte, despalme, cortes, excavación y compactación.

En cuanto a los impactos directos sobre la vegetación, estos se consideran importantes, ya que existirá afectación en terrenos con aptitud forestal y aunque se estima que la afectación sobre ejemplares arbóreos será puntual y dirigida, por lo que no se comprometerá la diversidad y composición de especies del SAR, la significancia del impacto será alta.

Otro indicador importante que considerar, para poder determinar el tipo de impactos que se ejercerán sobre los factores bióticos, durante la etapa de preparación del sitio, es que dada la presencia de vegetación en las zonas del proyecto y la importante extensión que presenta el SAR con zonas forestales, durante la caracterización del sitio, NO se identificaron especies de flora y fauna listadas en la NOM 59 SEMARNAT 2010, por lo cual no se afectarán especies vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción, así mismo al tener una diversidad faunística de baja a media en la zona del proyecto, así como contar con un estado aceptable de conservación en las partes altas del SAR se considera que los impactos directos no pondrán en riesgo la diversidad de especies que se encuentran en él, ni se pondrán en riesgo especies amenazadas o de mayor fragilidad o importancia para la conservación.

- <u>Calidad del aire:</u>

  Durante las actividades inherentes al proyecto tales como: desmonte, despalme, cortes excavaciones, carga y transporte de tierras; se generan partículas sólidas suspendidas que se incorporan al aire formando nubes de polvo y tolvaneras, que pueden tener un radio de afectación muy variable dependiendo de las condiciones climatológicas. Asimismo, los vehículos que transportan el material emiten gases producto de una combustión incompleta como CO2, SOx, NOx, principalmente, los cuales se precipitan al suelo con la lluvia (afectando sus propiedades químicas) o son absorbidos directamente por los organismos ocasionando enfermedades. Las zonas más afectadas son aquellas donde la cubierta vegetal es escasa o muy dispersa. Es un impacto adverso ya que disminuye la calidad del aire y es poco significativo porque son efectos temporales que duran el mismo tiempo que el aprovechamiento del banco de material.

Otro impacto es la disminución del confort sonoro debido a 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, el proyecto en su parte final se encuentra cercano a la localidad de San Luis del Río 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 principalmente con las actividades de desmonte, cortes y excavaciones ya que visualmente serán estas actividades las que modifiquen de forma inmediata la percepción visual del paisaje; es importante señalar que la zona del Sistema Ambiental Regional se encuentra conformada por diversas unidades de paisaje y en diversos estados de conservación entre un rango de conservación moderada a buena; por otra parte hay que tomar en cuenta que el proyecto se trata de una modernización , por lo que, el cambio en el paisaje no será tan abrupto y podrá haber una buena capacidad de acogida derivado de la existencia del camino actual. Se prevé que el impacto a la calidad del paisaje será de una significancia leve.
- Geomorfología. Tomando en cuenta las características actuales del sitio del proyecto y su SAR, así como la identificación de impactos tenemos que, el proyecto requerirá realizar cortes en algunas secciones del tramo, esto con el afán de rectificar curvas y cumplir con las normativas de construcción vigentes, además se realizarán algunas excavaciones para llevar a cabo el alineamiento vertical y horizontal del trazo, debido a la ejecución de estas actividades la topografía del sitio del proyecto se verá modificada, se prevé que este sea uno de los afectos con mayor significancia que puede generar el proyecto, ya que este tipo de impactos se consideran permanentes e irreversibles, debido a que dependiendo de la topografía del terreno la denudación puede ser tan severa que las características de la geoforma desaparezcan parcial o completamente convirtiendo la zona en una serie de depresiones en el terreno con roca desnuda, en la cual la cubierta vegetal tardará algunos años en establecer los primeros estadios de la sucesión ecológica natural, por lo tanto, es imposible recuperar las condiciones iniciales, por tanto se clasifica como un impacto adverso de alta significancia.
- 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, este municipio de Oaxaca se encuentra en desarrollo. 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.

V.2.1.2 Descripción general de los impactos para la etapa de construcción

- Suelo: La excavación, así como la integración de los terraplenes y de la colocación de la base y subbase, serán las actividades de esta etapa que, incidirán directamente sobre el suelo que será cubierto totalmente por una capa impermeable de asfalto y material gravoso. Si bien se tiene contemplado que existirá un efecto adverso sobre el recurso edáfico debido a la perdida de permeabilidad, calidad y modificación de la estructura de este recurso, se contempla que dicho efecto sea efímero para la infiltración de agua en comparación con las condiciones de recarga actuales, esto considerando el régimen pluvial y reducida extensión superficial del proyecto. Dado de que gran parte de la superficie se trata de camino de terracería existente. El impacto sobre el suelo será permanente, irreversible, local, no significativo, de baja magnitud y compensable.
- Agua:
  La construcción de la superficie de rodamiento creará una barrera para las escorrentías naturales y modificará su dirección, ocasionando el cambio de curso de los pequeños riachuelos, modificando la alimentación de cuerpos de agua tanto lóticos como lénticos. Este efecto es permanente y tiene influencia a distancias considerables del proyecto, tan lejos como lleguen las escorrentías y ríos intermitentes definidos por el patrón modificado de drenaje, por tanto, el impacto resultante es adverso de significancia media a alta, salvo en sitios donde el patrón de drenaje sea incipiente o nulo donde el efecto podría ser efímero.
  Al cubrir con concreto el derecho de vía para construir la superficie de rodamiento, se disminuye la superficie de infiltración del agua al manto freático, además al obstaculizar los escurrimientos del agua se modifica su curso y en consecuencia se modifica también la tasa de infiltración. El impacto generado es adverso y permanente por lo que es de importancia alta.
  Otro impacto de baja significancia y 100 % prevenible y controlable se puede generar hacia la calidad del en los frentes de trabajo, son vertidos directamente en el terreno o en corrientes cercanas al área de proyecto.

- Bióticos:
  Para este momento la reducida fauna, que como se puntualizó con anterioridad pertenecen a aves, se habrá retirado de la zona, además, el tendido de la carpeta hidráulica afecta la abundancia de las poblaciones debido al efecto barrera de una carretera, que impide la interacción entre poblaciones, esto actúa en deterioro o desaparición de las zonas de apareo, caza y de establecimiento de madrigueras, debido a la introducción de especies ajenas al ecosistema, el aumento de la caza furtiva y el crecimiento de la mancha urbana.
  Por otra parte, podrá ocurrir un efecto benéfico sobre los atributos ambientales principalmente sobre el estrato vegetal, se ejecutará la rehabilitación del derecho de vía y se vegetarán superficies afectadas, donde se aportará material vegetal necesario para colonizar los espacios abiertos, en donde dominan terrenos agrícolas y pecuarios. Las afectaciones son negativas, 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 fue catalogado 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.
- Geomorfología. En esta etapa del proyecto la afectación sobre la geomorfología existirá, sin embargo se pronostica que será menor que en la etapa de preparación y se dará debido a la excavación en sitios puntuales para la instalación y se derivará de la sustitución de las obras de drenaje, así como para la conformación de terraplenes y estabilización de taludes, si bien los efectos a este factor serán permanentes y no reversibles, dadas la superficie que representa el proyecto dentro del SAR, se considera que los efectos pueden ser compensables.
- 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. Este impacto es local, reversible, temporal y de baja importancia.

V.2.1.3 Descripción general de los impactos para la etapa de operación y mantenimiento

- 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 situ; 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.

- Aire: Este atributo se altera, aunque de manera no significativa, toda vez que una vez que se encuentre en funcionamiento la zona de la carretera pavimentada, las emisiones serán locales y mitigables. Dado 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. Dado 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 esta zona del 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.
- 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 encuentra adaptados a la presencia del camino actual, así mismo un adecuado programa de conservación que se tendrá garantizará la existencia de flora nativa en el proyecto, 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.

V.2.2 indicadores de impacto.

Un indicador de impacto ambiental es la expresión medible de un impacto ambiental aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración; un indicador, pues. debe ser capaz de representar numéricamente el estado del factor que pretenden valorar (Orea y Villarino, 2013). Los indicadores tienen como objetivo prioritario la evaluación, cuantificación y adecuación de las actuaciones previstas para la consecución de los objetivos (Mendez, 2012), Se puede decir que son los elementos de síntesis que nos dan idea de la situación ambiental de un territorio. Cubren la necesidad, por un lado; de disponer de una información lo más amplia, compleja y completa posible, y por otro lado y, sobre todo. de dar imágenes sintéticas del problema ambiental que faciliten la formación de opinión a la hora de lomar decisiones Fernández-Vítora, (2009).

Para 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.

Tabla V. 15 Componentes del sistema y efectos que indican impactos

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR	EFECTO INDICATIVO 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	Flora	Terrestre	Abundancia	Cambios en la estructura y composición de las comunidades vegetales que afectan la cobertura vegetal

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR	EFECTO INDICATIVO DE IMPACTO
			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: CANAN INGENIERIA 2022

En la siguiente tabla, se presenta un listado de factores ambientales y que actualmente cuentan con instrumentos jurídicos que los regulan, que pueden interactuar con las actividades del proyecto, es decir posibles factores que pueden ser afectados por el proyecto.

Tabla V. 16 Factores ambientales susceptibles de impacto ambiental y su instrumento jurídico de regulación

MEDIO	FACTOR	INDICATIVO	REGULADOR
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

MEDIO	FACTOR	INDICATIVO	REGULADOR
			contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
			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- 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/SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la 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 SAR determinado, incluidos en este Capítulo.

MEDIO	FACTOR	INDICATIVO	REGULADOR
	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 Regional 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

MEDIO	FACTOR	INDICATIVO	REGULADOR
			identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
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.
		Especies con estatus de protección	

Fuente: CANAN INGENIERÍA 2022

A continuación, se presenta una serie de indicadores cuantitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la integración del proyecto, donde se ha considerado incluir aquellos que puedan ser representativos, relevantes, medibles y de fácil identificación y seguimiento. Por otra parte, y dado que estos indicadores de impacto varían a lo largo del tiempo, de acuerdo con la etapa en que se encuentra, se presentan para cada fase del proyecto la factibilidad de su aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando, analizando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, al momento del desarrollo del proyecto.

Tabla V. 17. Indicadores cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales.

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	Unidad	Tipo De indicador	ETAPA			
				PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Relieve e Inestabilidad	Superficie afectada de la geomorfología	m^2	Indicador de presión	X			
Vegetación y Hábitat	Superficie con cobertura vegetal afectada	m^2	Indicador de presión	X			X
	Número de ejemplares removidos	unidad	Indicador de presión	X			

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	Unidad	Tipo De indicador	ETAPA			
				PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
	Número de ejemplares rescatados y replantados	unidad	Indicador de respuesta	X			
	Volumen reincorporado al suelo como sustrato	unidad	Indicador de respuesta	X			
	Numero de organismos propagados	m^3	Indicador de respuesta		X	X	X
	Supervivencia de organismos sembrados	unidad	Indicador de respuesta			X	X
	Superficie rehabilitada con vegetación local.	%	Indicador de respuesta		X	X	X
Fauna	Número de organismos reubicados	m^2	Indicador de respuesta	X	X		X
	Numero de madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	unidad	Indicador de respuesta	X	X		X
	Número de cursos de educación y capacitación ambiental	unidad	Indicador de respuesta	X	X	X	
Suelo	Volumen de suelo almacenado y reutilizado	unidad	Indicador de respuesta	X	X		

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	Unidad	Tipo De indicador	ETAPA			
				PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Aire	Número de vehículos con verificación vigente	m^3	Indicador de respuesta	X	X	X	X
	Superficie de terracería regada	unidad	Indicador de respuesta	X	X		
	Número vehículos que generen más 65 Db		Indicador de respuesta	X	X	X	X
Hidrología	Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial	unidad	Indicador de respuesta	X	X		
	Volumen de agua tratada utilizada	unidad	Indicador de respuesta	X	X		
	Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces	m^3	Indicador de presión	X	X		
	Calidad del Agua	ppm	Indicador de presión				X
Seguridad en el transporte	Número de accidentes ocurridos en la carretera y lugar de incidencia	mgO2/l	Indicador de presión				X
Seguridad e higiene en el trabajo	Número de accidentes laborales	unidad	Indicador de presión	X	X		

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	Unidad	Tipo De indicador	ETAPA			
				PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
	por actividad						

Fuente: CANAN INEGENIERÍA, 2022.

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 ser atendidos 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 Regional que fueron considerados como sensibles a la presencia de alguna actividad o condición derivada de la ejecución del proyecto y una breve descripción de estos.

Tabla V. 18 Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto.

FACTOR AMBIENTAL DEL SAR	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.
Aire	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

FACTOR AMBIENTAL DEL SAR	ELEMENTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
		que presenta el relieve dentro del área de estudio (modificación del relieve).
Flora	Cobertura vegetal	Magnitud de la superficie cubierta por vegetación.
	Diversidad alfa	El número de especies vegetales diferentes presentes dentro del Sistema Ambiental Regional.
	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 alfa	

Fuente: CANAN INEGENIERÍA, 2022.

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. 19 Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental.

INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	SEGUIMIENTODEL INDICADOR
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.

INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	SEGUIMIENTODEL INDICADOR
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.
Número 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: CANAN INEGENIERÍA, 2022.

V.3 Evaluación de los impactos ambientales

En este apartado se muestra la aplicación de las metodologías de evaluación seleccionadas para evaluar los impactos ambientales que se prevé genere el proyecto.

V.3.1 Ponderación de los impactos ambientales bajo la aplicación de la matriz RIAM

Como se mencionó anteriormente la metodología RIAM, integra 4 categorías ambientales (Aspectos físicos y químicos, Aspectos biológicos y ecológicos, Aspectos sociales y culturales, y Aspectos económicos y operacionales). En el siguiente desglose de la ponderación de los impactos, se presenta cada una de las actividades del proyecto, con su respectiva clasificación por categoría ambiental; en cada categoría se integra cada uno de los componentes que se verá afectado, así como la ponderación correspondiente, subsecuentemente se presenta un sumario, así como las gráficas de impactos por actividad.

V.3.1.1 Ponderación de los impactos para la etapa de preparación

Tabla V. 20 Resultados de la ponderación de impactos para la etapa de preparación

1.Trazo y Delimitación del Derecho de Vía

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-5	-A	1	-1	1	2	2

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Veg	Abundancia de la vegetación	-6	-A	1	-1	2	2	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	8	A	1	2	2	1	1
Socioec	Generación de empleo	16	B	2	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	16	B	2	2	2	1	1
Sal Seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Total	0	0	0	0	2	0	1	3	0	0	0

2. Desmonte de la vegetación

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-24	-C	2	-2	2	2	2
Aire	Calidad	-12	-B	2	-1	2	2	2
Clima	Insolación	-14	-B	2	-1	3	2	2
Geol	Afloramientos rocosos	-18	-B	2	-1	3	3	3
Geomorfo	Topografía	-18	-B	2	-1	3	3	3
HidSub	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
HidSub	Capacidad de recarga	-28	-C	2	-2	3	2	2
HidSub	Disponibilidad y uso de agua	-14	-B	2	-1	3	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	-14	-B	2	-1	3	2	2
Hidro	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-24	-C	2	-2	3	2	1
Suelo	Estructura	-18	-B	2	-1	3	3	3
Suelo	Cantidad	-18	-B	2	-1	3	3	3
Suelo	Calidad	-18	-B	2	-1	3	3	3

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-14	-B	2	-1	3	2	2
Fauna	Abundancia de la fauna	-14	-B	2	-1	3	2	2
Habit	Sensibilidad	-12	-B	1	-2	3	2	1
Habit	Fragmentación	-14	-B	2	-1	3	2	2
Veg	Diversidad alfa de la Vegetación	-36	-D	2	-2	3	3	3
Veg	Abundancia de la vegetación	-48	-D	3	-2	3	2	3

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	8	A	2	1	2	1	1
Socioec	Generación de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	16	B	2	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	-14	-B	2	-1	3	3	1
Uso suel	Aptitud del suelo	-20	-C	2	-2	3	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	3	11	0	0	0	0	0	0	0
BE	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
EO	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0
Total	0	2	4	16	0	0	1	2	1	0	0

3. Despalme

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad del aire	-24	-C	2	-2	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-12	-B	2	-1	2	2	2
Clima	Insolación	-7	-A	1	-1	3	2	2
Geol	Afloramientos rocosos	-9	-A	1	-1	3	3	3
Geomorfo	Topografía	-18	-B	2	-1	3	3	3
HidSub	Disponibilidad y uso de agua	-8	-A	2	-1	2	1	1
HidSub	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
HidSub	Capacidad de recarga	-14	-B	2	-1	3	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	-28	-C	2	-2	3	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-12	-B	1	-2	3	2	1
Suelo	Calidad	-7	-A	1	-1	3	3	1
Suelo	Cantidad	-36	-D	2	-2	3	3	3
Suelo	Estructura	-36	-D	2	-2	3	3	3

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-24	-C	2	-2	2	2	2
Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-6	-A	1	-1	2	2	2
Habit	Sensibilidad	-14	-B	2	-1	3	2	2
Veg	Abundancia de la vegetación	-48	-D	3	-2	3	2	3
Veg	Diversidad alfa de la Vegetación	-28	-C	2	-2	3	2	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	-8	-A	2	-1	2	1	1
Socioec	Generación de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	-8	-A	2	-1	2	1	1
Uso suel	Aptitud del suelo	-14	-B	2	-1	3	3	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	2	2	5	4	0	0	0	0	0	0
BE	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
EO	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Total	0	3	4	7	7	0	0	1	2	0	0

4. Cortes

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-24	-C	2	-2	2	2	2
Aire	Calidad	-24	-C	2	-2	2	2	2
Geol	Afloramientos rocosos	-32	-C	2	-2	3	3	2
Geomorfo	Topografía	-36	-D	2	-2	3	3	3
HidSub	Calidad del agua	-12	-B	1	-2	2	2	2
HidSub	Capacidad de recarga	-14	-B	2	-1	3	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	-32	-C	2	-2	3	2	3
Hidro	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-24	-C	2	-2	3	2	1
Suelo	Cantidad	-8	-A	1	-1	3	2	3
Suelo	Calidad	-8	-A	1	-1	3	2	3
Suelo	Estructura	-16	-B	1	-2	3	3	2

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-6	-A	1	-1	2	2	2
Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-12	-B	2	-1	2	2	2
Habit	Fragmentación	-14	-B	2	-1	3	2	2
Habit	Sensibilidad	-28	-C	2	-2	3	2	2
Veg	Diversidad alfa de la Vegetación	-7	-A	1	-1	3	2	2
Veg	Abundancia de la vegetación	-16	-B	2	-1	3	2	3

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	16	B	2	2	2	1	1
Socioec	Generación de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	Aptitud del suelo	-3	-A	1	-1	1	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	-3	-A	1	-1	1	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	1	5	4	2	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
EO	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0
Total	0	1	6	7	6	0	0	2	2	0	0

5. Nivelación y rellenos

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad	-12	-B	2	-1	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-12	-B	2	-1	2	2	2
Geomorfo	Topografía	-18	-B	2	-1	3	3	3
HidSub	Disponibilidad y uso de agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
HidSub	Capacidad de recarga	-16	-B	2	-1	3	2	3
HidSub	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	-14	-B	2	-1	3	2	2
Hidro	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-12	-B	2	-1	3	2	1
Suelo	Calidad	-32	-C	2	-2	3	2	3
Suelo	Cantidad	-36	-D	2	-2	3	3	3
Suelo	Estructura	-36	-D	2	-2	3	3	3

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-12	-B	2	-1	2	2	2
Habit	Fragmentación	-14	-B	2	-1	3	2	2
Habit	Sensibilidad	-6	-A	1	-1	2	2	2
Veg	Abundancia de la vegetación	-16	-B	2	-1	3	3	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	8	A	2	1	2	1	1
Socioec	Generación de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	24	C	3	2	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	-5	-A	1	-1	3	1	1
Uso suel	Aptitud del suelo	-5	-A	1	-1	3	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	2	1	8	1	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
EO	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
Total	0	2	1	11	4	0	1	0	3	0	0

6. Excavación

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad del aire	-24	-C	2	-2	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-24	-C	2	-2	2	2	2
Geol	Afloramientos rocosos	-36	-D	2	-2	3	3	3
Geomorfo	Topografía	-36	-D	2	-2	3	3	3
HidSub	Capacidad de recarga	-14	-B	2	-1	3	2	2
HidSub	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	-28	-C	2	-2	3	2	2
Hidro	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-12	-B	2	-1	3	2	1
Suelo	Calidad	-18	-B	2	-1	3	3	3
Suelo	Estructura	-36	-D	2	-2	3	3	3
Suelo	Cantidad	-36	-D	2	-2	3	3	3

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-6	-A	1	-1	2	2	2
Fauna	Abundancia de la fauna	-6	-A	1	-1	2	2	2
Habit	Sensibilidad	-12	-B	2	-1	3	2	1
Habit	Fragmentación	-7	-A	1	-1	3	2	2
Veg	Abundancia de la vegetación	-6	-A	1	-1	2	2	2
Veg	Diversidad alfa de la Vegetación	-6	-A	1	-1	2	2	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	12	B	3	1	2	1	1
Socioec	Generación de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	-6	-A	1	-1	3	2	1
Uso suel	Aptitud del suelo	-6	-A	1	-1	3	2	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	4	3	5	0	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
EO	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0
Total	0	4	3	6	7	0	0	2	2	0	0

7. Compactación

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad del aire	-12	-B	2	-1	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-24	-C	2	-2	2	2	2
Geomorfo	Topografía	-36	-D	2	-2	3	3	3
HidSub	Disponibilidad y uso de agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
HidSub	Capacidad de recarga	-28	-C	2	-2	3	2	2
HidSub	Calidad del agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
Hidro	Calidad del agua	-12	-B	1	-2	2	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	-14	-B	2	-1	3	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-6	-A	1	-1	3	2	1
Suelo	Cantidad	-7	-A	1	-1	3	2	2
Suelo	Calidad	-18	-B	2	-1	3	3	3
Suelo	Estructura	-18	-B	1	-2	3	3	3

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-6	-A	1	-1	2	2	2
Habit	Sensibilidad	-6	-A	1	-1	2	2	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	4	A	1	1	2	1	1
Socioec	Generación de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	24	C	3	2	2	1	1
Uso suel	Aptitud del suelo	-10	-B	1	-2	3	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	-6	-A	1	-1	3	2	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	1	2	5	4	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
EO	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0
Total	0	1	2	6	7	0	1	0	3	0	0

8. Manejo y disposición de residuos

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-6	-A	1	-1	2	2	2
Aire	Calidad del aire	-12	-B	1	-2	2	2	2
HidSub	Calidad del agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
Hidro	Calidad del agua	-12	-B	1	-2	2	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	-4	-A	1	-1	2	1	1
Paisaje	Calidad Visual	-6	-A	1	-1	3	2	1
Suelo	Calidad	-5	-A	1	-1	2	2	1

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-5	-A	1	-1	2	2	1
Habit	Sensibilidad	-8	-A	2	-1	2	1	1

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	16	B	2	2	2	1	1
Socioec	Generación de empleo	16	B	2	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Actividades productivas y urbanas	30	C	3	2	3	1	1
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	4	A	1	1	2	1	1
Uso suel	Aptitud del suelo	8	A	1	2	2	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0
Total	0	0	0	2	7	0	2	3	2	0	0

9. Instalación de infraestructura de apoyo provisional

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad	-6	-A	1	-1	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-6	-A	1	-1	2	2	2
Hidro	Calidad del agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-5	-A	1	-1	2	2	1
Suelo	Calidad	-5	-A	1	-1	2	2	1

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-5	-A	1	-1	2	2	1
Veg	Abundancia de la vegetación	-5	-A	1	-1	2	2	1

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	16	B	2	2	2	1	1
Socioec	Generación de empleo	16	B	2	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	16	B	2	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	10	B	2	1	2	2	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Class	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Total	0	0	0	0	7	0	0	5	0	0	0

V.3.1.2 Ponderación de los impactos para la etapa de construcción

Tabla V. 21 Resultados de la ponderación de impactos para la etapa de construcción

10. Obras de drenaje y subdrenaje

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad del aire	-24	-C	2	-2	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-24	-C	2	-2	2	2	2
Geol	Afloramientos rocosos	-36	-D	2	-2	3	3	3
Geomorfo	Topografía	-9	-A	1	-1	3	3	3
HidSub	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Hidro	Calidad del agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	28	C	2	2	3	2	2
Suelo	Calidad	-7	-A	1	-1	3	2	2
Suelo	Cantidad	-18	-B	1	-2	3	3	3
Suelo	Estructura	-9	-A	1	-1	3	3	3

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-7	-A	1	-1	3	2	2
Veg	Abundancia de la vegetación	-6	-A	1	-1	2	2	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	8	A	2	1	2	1	1
Socioec	Generacion de empleo	12	B	2	2	1	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	12	B	2	2	1	1	1
Sal Seg	Seguridad en el trabajo	12	B	2	2	1	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	14	B	2	1	3	3	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	1	2	2	4	0	0	0	1	0	0
BE	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Total	0	1	2	2	6	0	1	4	1	0	0

11. Construcción de terraplenes

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad	-24	-C	2	-2	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-20	-C	2	-2	2	2	1
Geol	Afloramientos rocosos	-9	-A	1	-1	3	3	3
Geomorfo	Topografía	-36	-D	2	-2	3	3	3
HidSub	Capacidad de recarga	-14	-B	2	-1	3	2	2
HidSub	Calidad del agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
HidSub	Disponibilidad y uso de agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
Hidro	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	-28	-C	2	-2	3	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-12	-B	2	-1	3	2	1
Suelo	Calidad	-14	-B	2	-1	3	3	1
Suelo	Cantidad	-9	-A	1	-1	3	3	3
Suelo	Estructura	-36	-D	2	-2	3	3	3

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-10	-B	2	-1	2	2	1
Habit	Sensibilidsad	-7	-A	1	-1	3	2	2
Habit	Fragmentación	-28	-C	2	-2	3	3	1
Veg	Abundancia de la vegetación	-8	-A	1	-1	3	3	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	16	B	2	2	2	1	1
Socioec	Generacion de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	8	A	2	1	2	1	1
Uso suel	Aptitud del suelo	5	A	1	1	3	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	2	3	4	4	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
Total	0	2	4	5	6	0	2	1	2	0	0

12. Estabilización de taludes

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-24	-C	2	-2	2	2	2
Aire	Calidad del aire	-24	-C	2	-2	2	2	2
Geol	Afloramientos rocosos	-18	-B	2	-1	3	3	3
Geomorfo	Topografía	-18	-B	2	-1	3	3	3
HidSub	Calidad del agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
HidSub	Capacidad de recarga	-7	-A	1	-1	3	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	-28	-C	2	-2	3	2	2
Hidro	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-12	-B	1	-2	3	2	1
Suelo	Cantidad	-18	-B	2	-1	3	3	3
Suelo	Calidad	-7	-A	1	-1	3	3	1
Suelo	Estructura	-36	-D	2	-2	3	3	3

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-12	-B	2	-1	2	2	2
Veg	Abundancia de la vegetación	-8	-A	1	-1	3	2	3

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	16	B	2	2	2	1	1
Socioec	Generacion de empleo	16	B	2	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	16	B	2	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	8	A	2	1	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	Aptitud del suelo	-14	-B	2	-1	3	3	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	1	3	5	3	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
EO	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0
Total	0	1	3	7	4	0	1	4	0	0	0

13. Acarreos de material

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad	-12	-B	2	-1	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-6	-A	1	-1	2	2	2
HidSub	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Hidro	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-12	-B	1	-2	3	2	1
Suelo	Estructura	-16	-B	1	-2	3	3	2
Suelo	Calidad	-8	-A	1	-1	3	2	3
Suelo	Cantidad	-8	-A	1	-1	3	2	3

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-6	-A	1	-1	2	2	2
Veg	Abundancia de la vegetación	-7	-A	1	-1	2	2	3

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	4	A	1	1	2	1	1
Socioec	Generacion de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Total	0	0	0	5	5	0	1	1	2	0	0

14. Plantas de asfalto, concreto y trituradoras

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad	-24	-C	2	-2	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-12	-B	2	-1	2	2	2
HidSub	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-10	-B	2	-1	2	2	1
Suelo	Estructura	-12	-B	2	-1	2	2	2
Suelo	Calidad	-6	-A	1	-1	2	2	2

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-6	-A	1	-1	2	2	2
Veg	Abundancia de la vegetación	-6	-A	1	-1	2	2	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	8	A	1	2	2	1	1
Socioec	Generacion de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	16	B	2	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	-5	-A	1	-1	3	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
EO	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
Total	0	0	1	4	4	0	1	2	1	0	0

15. Talleres y patios de servicios

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-6	-A	1	-1	2	2	2
Aire	Calidad del aire	-6	-A	1	-1	2	2	2
HidSub	Calidad del agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-5	-A	1	-1	2	2	1
Suelo	Estructura	-6	-A	1	-1	2	2	2
Suelo	Calidad	-6	-A	1	-1	2	2	2

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-6	-A	1	-1	2	2	2
Veg	Abundancia de la vegetación	-6	-A	1	-1	2	2	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	4	A	1	1	2	1	1
Socioec	Generacion de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	-6	-A	1	-1	3	2	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
EO	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
Total	0	0	0	0	9	0	1	1	2	0	0

16. Colocación de carpeta asfaltica, incluye riegos de liga y sello

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad del aire	-36	-D	2	-3	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-24	-C	2	-2	2	2	2
Clima	Insolación	-28	-C	2	-2	3	2	2
Geomorfo	Topografía	-36	-D	2	-2	3	3	3
HidSub	Capacidad de recarga	-28	-C	2	-2	3	2	2
HidSub	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
HidSub	Disponibilidad y uso de agua	-10	-B	2	-1	2	2	1
Hidro	Patrón de drenaje	-28	-C	2	-2	3	2	2
Hidro	Calidad del agua	-24	-C	2	-2	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-12	-B	1	-2	3	2	1
Suelo	Calidad	-36	-D	2	-2	3	3	3
Suelo	Estructura	-36	-D	2	-2	3	3	3
Suelo	Cantidad	-32	-C	2	-2	3	3	2

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Habit	Sensibilidsad	-12	-B	2	-1	2	2	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	8	A	2	1	2	1	1
Socioec	Generacion de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	-6	-A	1	-1	3	2	1
Uso suel	Aptitud del suelo	-20	-C	2	-2	3	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	4	6	3	0	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
EO	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0
Total	0	4	7	4	1	0	1	1	2	0	0

17. Obras complementarias

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-6	-A	1	-1	2	2	2
Aire	Calidad del aire	-6	-A	1	-1	2	2	2
HidSub	Calidad del agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-5	-A	1	-1	2	2	1
Suelo	Calidad	-5	-A	1	-1	2	2	1
Suelo	Estructura	-6	-A	1	-1	2	2	2

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-5	-A	1	-1	2	2	1
Veg	Abundancia de la vegetación	-6	-A	1	-1	2	2	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	4	A	1	1	2	1	1
Socioec	Generacion de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Actividades productivas y urbanas	16	B	2	2	2	1	1
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	4	A	1	1	2	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0
Total	0	0	0	0	8	0	2	2	2	0	0

18. Manejo y disposición de residuos de obra

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad	-6	-A	1	-1	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-6	-A	1	-1	2	2	2
HidSub	Calidad del agua	-10	-B	2	-1	2	2	1
Hidro	Calidad del agua	-5	-A	1	-1	2	2	1
Hidro	Patrón de drenaje	-4	-A	1	-1	2	1	1
Paisaje	Calidad Visual	-5	-A	1	-1	2	2	1
Suelo	Calidad	-5	-A	1	-1	2	2	1

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-5	-A	1	-1	2	2	1
Fauna	Diversidad alfa de la fauna	-5	-A	1	-1	2	2	1
Habit	Sensibilidsad	-4	-A	1	-1	2	1	1

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	20	C	2	2	3	1	1
Socioec	Generacion de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	16	B	2	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1
Uso suel	uso actual del suelo	10	B	2	1	2	2	1
Uso suel	Aptitud del suelo	-5	-A	1	-1	2	2	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
EO	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0
Total	0	0	0	1	10	0	0	3	2	0	0

19. Señalamientos

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-5	-A	1	-1	2	2	1
Aire	Calidad del aire	-4	-A	1	-1	2	1	1
Paisaje	Calidad Visual	-6	-A	1	-1	3	2	1

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Des urb	Vialidad y transporte	42	D	3	2	3	3	1
Sal seg	Calidad de vida	4	A	1	1	2	1	1
Socioec	Generacion de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	16	B	2	2	2	1	1
Sal Seg	Seguridad en el trabajo	8	A	2	1	2	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
EO	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Total	0	0	0	0	3	0	2	1	1	1	0

20. Rehabilitación de DDV y áreas verdes

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-5	-A	1	-1	2	2	1
Aire	Calidad del aire	-10	-B	2	-1	2	2	1
HidSub	Capacidad de recarga	28	C	2	2	3	2	2
HidSub	Calidad del agua	12	B	2	1	2	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	12	B	2	1	3	2	1
Hidro	Calidad del agua	28	C	2	2	3	2	2
Paisaje	Calidad Visual	12	B	2	1	3	2	1
Suelo	Cantidad	14	B	2	1	3	2	2
Suelo	Estructura	28	C	2	2	3	2	2
Suelo	Calidad	28	C	2	2	3	2	2

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	12	B	2	1	3	2	1
Veg	Abundancia de la vegetación	20	C	2	2	3	1	1

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	20	C	2	2	2	2	1
Socioec	Generacion de empleo	30	C	3	2	2	2	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Actividades productivas y urbanas	10	B	2	1	3	1	1
Econo	Consumo de bienes y servicios	20	C	2	2	2	2	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	10	B	2	1	2	2	1
Uso suel	uso actual del suelo	16	B	2	2	2	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	1	1	0	0	4	4	0	0
BE	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0
Total	0	0	0	1	1	0	0	8	8	0	0

21. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-6	-A	1	-1	2	2	2
Aire	Calidad del aire	-6	-A	1	-1	2	2	2
HidSub	Calidad del agua	6	A	1	1	2	2	2
Hidro	Calidad del agua	6	A	1	1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	6	A	1	1	2	2	2
Suelo	Calidad	12	B	1	2	2	2	2

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	6	A	1	1	2	2	2

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Des urb	Vialidad y transporte	5	A	1	1	2	2	1
Sal seg	Calidad de vida	20	C	2	2	2	2	1
Socioec	Generacion de empleo	20	C	2	2	2	2	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	20	C	2	2	2	2	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	10	B	2	1	2	2	1
Uso suel	uso actual del suelo	20	C	2	2	2	2	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	0	2	0	3	1	0	0	0
BE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
Total	0	0	0	0	2	0	5	2	4	0	0

22. Limpieza del sitio

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-5	-A	1	-1	2	2	1
Aire	Calidad	-5	-A	1	-1	2	2	1
HidSub	Calidad del agua	-6	-A	1	-1	2	2	2
HidSub	Capacidad de recarga	7	A	1	1	3	2	2
Hidro	Patrón de drenaje	10	B	2	1	2	2	1
Paisaje	Calidad Visual	24	C	2	2	3	2	1
Suelo	Estructura	28	C	2	2	3	2	2
Suelo	Cantidad	14	B	2	1	3	2	2
Suelo	Calidad	28	C	2	2	3	2	2

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	24	C	2	2	2	2	2
Veg	Abundancia de la vegetación	16	B	2	1	3	2	3

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	20	C	2	2	2	2	1
Socioec	Generacion de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Consumo de bienes y servicios	16	B	2	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	24	C	3	2	2	1	1
Uso suel	Aptitud del suelo	12	B	2	1	3	2	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	0	3	0	1	2	3	0	0
BE	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
Total	0	0	0	0	3	0	1	5	7	0	0

V.3.3.3 Ponderación de los impactos para la etapa de operación y mantenimiento

Tabla V. 22 Resultados de la ponderación de impactos para la etapa de operación y mantenimiento

23. Tránsito vehicular

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Calidad del aire	-12	-B	2	-1	2	2	2
Aire	Confort sonoro	-6	-A	1	-1	2	2	2
Hidro	Calidad del agua	-5	-A	1	-1	2	2	1
Paisaje	Calidad Visual	-6	-A	1	-1	3	2	1
Suelo	Calidad	-7	-A	1	-1	3	2	2

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-6	-A	1	-1	2	2	2
Habit	Sensibilidsad	-6	-A	1	-1	3	2	1

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Des urb	Asentamientos humanos	42	D	3	2	3	3	1
Des urb	Vialidad y transporte	42	D	3	2	3	3	1
Econo	Migración interregional	20	C	2	2	3	1	1
Sal seg	Calidad de vida	30	C	3	2	3	1	1
Socioec	Generacion de empleo	12	B	2	2	1	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Actividades productivas y urbanas	45	D	3	3	3	1	1
Econo	Consumo de bienes y servicios	18	B	3	2	1	1	1
Sal Seg	Seguridad en el trabajo	18	B	3	2	1	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
Total	0	0	0	1	6	0	0	3	2	3	0

24. Bacheo pintura y señalización

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-5	-A	1	-1	2	2	1
Aire	Calidad	-24	-C	2	-2	2	2	2
Hidro	Calidad del agua	-12	-B	2	-1	2	2	2
Paisaje	Calidad Visual	-6	-A	1	-1	3	2	1
Suelo	Calidad	-7	-A	1	-1	3	3	1

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Des urb	Asentamientos humanos	6	A	1	1	3	2	1
Des urb	Vialidad y transporte	14	B	2	1	3	3	1
Econo	Migración interregional	10	B	2	1	3	1	1
Sal seg	Calidad de vida	20	C	2	2	3	1	1
Socioec	Generacion de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Actividades productivas y urbanas	16	B	2	2	2	1	1
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	8	A	2	1	2	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0
EO	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Total	0	0	1	1	3	0	2	3	3	0	0

25. Limpieza de veg ruderal y residuos

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-6	-A	1	-1	2	2	2
Aire	Calidad del aire	-6	-A	1	-1	2	2	2
HidSub	Calidad del agua	-5	-A	1	-1	2	2	1
Hidro	Calidad del agua	-5	-A	1	-1	2	2	1
Paisaje	Calidad Visual	6	A	1	1	3	2	1
Suelo	Calidad	-7	-A	1	-1	3	3	1

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Fauna	Abundancia de la fauna	-6	-A	1	-1	2	2	2
Habit	Sensibilidad	-4	-A	1	-1	2	1	1
Veg	Abundancia de la vegetación	-8	-A	1	-1	3	2	3

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Sal seg	Calidad de vida	12	B	2	1	3	2	1
Socioec	Generacion de empleo	16	B	2	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Actividades productivas y urbanas	24	C	2	2	2	3	1
Econo	Consumo de bienes y servicios	16	B	2	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	8	A	2	1	2	1	1
Uso suel	Aptitud del suelo	-14	-B	2	-1	3	3	1
Uso suel	uso actual del suelo	16	B	2	2	2	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0
BE	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
EO	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0
Total	0	0	0	1	8	0	2	4	1	0	0

26. Sistema de prevención de accidentes

Componentes fisicoquímicos (PC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Aire	Confort sonoro	-10	-B	2	-1	2	2	1
Aire	Calidad	-10	-B	2	-1	2	2	1

Componentes biológicos y ecológicos (BE)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Veg	Abundancia de la vegetación	-16	-B	2	-1	3	2	3

Componentes socio culturales (SC)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Des urb	Vialidad y transporte	36	D	3	2	3	2	1
Econo	Migración interregional	24	C	2	2	3	2	1
Sal seg	Calidad de vida	20	C	2	2	3	1	1
Socioec	Generacion de empleo	24	C	3	2	2	1	1

Componentes económicos y operacionales (EO)

Componentes		ES	RB	A1	A2	B1	B2	B3
Econo	Actividades productivas y urbanas	24	C	3	2	2	1	1
Econo	Consumo de bienes y servicios	24	C	3	2	2	1	1
Sal seg	Seguridad en el trabajo	16	B	2	2	2	1	1

Sumario de marcadores

Rango	-108 -72	-71 -36	-35 -19	-18 -10	-9 -1	0 0	1 9	10 18	19 35	36 71	72 108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
BE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0
EO	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0

Total	0	0	0	3	0	0	0	1	5	1	0

V.3.2 Análisis de impactos ambientales ponderados

A continuación, se analiza cada uno de los impactos ambientales identificados de acuerdo con la ponderación obtenida en el apartado anterior, se contemplan categorías de impactos, así como las actividades identificadas y los atributos impactados en cada una de las etapas.

En la siguiente tabla se muestra el número total de impactos detectados, así como el porcentaje de impacto del proyecto en función del número total de interacciones posibles.

Tabla V. 23 Resumen del impacto total del proyecto.

Actividades	26
Atributos ambientales	33
Interacciones Potenciales	858
Interacciones Detectadas	432
Porcentaje de impacto del Proyecto	**50.35%**

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

La clasificación de la ponderación de los impactos se basó en la escala descrita en la metodología RIAM anteriormente descrita, en la siguiente tabla se muestran únicamente las categorías de los impactos detectados para el presente proyecto.

Tabla V. 24 Categorías de los impactos evaluados en la matriz de ponderación (RIAM).

Clase (RB)	Descripción
D	Cambio, impacto positivo significativo
C	Cambio, impacto positivo moderado
B	Cambio, impacto positivo leve
A	Cambio, impacto positivo no significativo
-A	Cambio, impacto negativo no significativo
-B	Cambio, impacto negativo leve
-C	Cambio, impacto negativo moderado
-D	Cambio, impacto negativo significativo

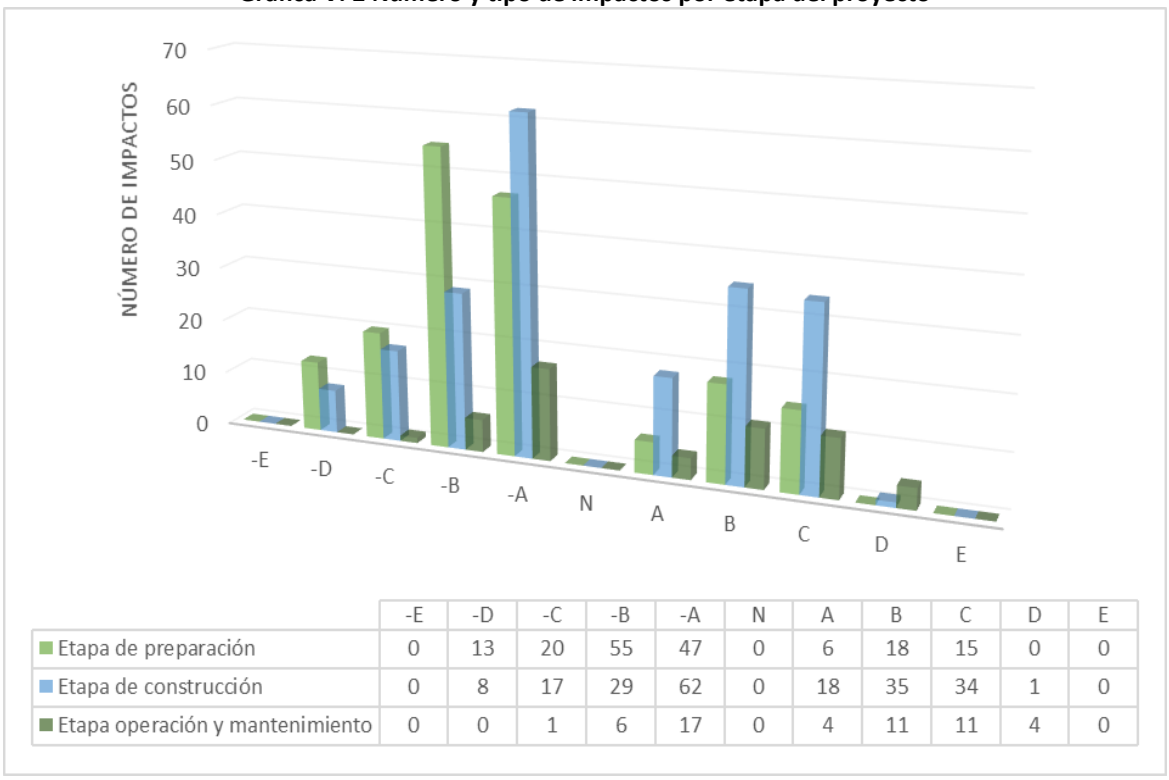
Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Con base en la clase de impactos detectados se puede decir que el impacto del proyecto NO implicará un cambio mayor en el área del proyecto y SAR, toda vez que, los impactos detectados excluyen la categoría -E, que es la que representa los impactos con mayor significancia dentro de las categorías que comprenden las clases de impactos de la metodología RIAM. Sin embargo, es importante analizar a profundidad los impactos detectados.

V.3.2.1 Análisis de impactos por etapa del proyecto

Los resultados obtenidos del análisis de impactos por etapa del proyecto se muestran en la siguiente gráfica, los impactos se clasifican por clase o tipo de impacto según los rangos de la metodología RIAM.

Gráfica V. 2 Número y tipo de impactos por etapa del proyecto



	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
Etapa de preparación	0	13	20	55	47	0	6	18	15	0	0
Etapa de construcción	0	8	17	29	62	0	18	35	34	1	0
Etapa operación y mantenimiento	0	0	1	6	17	0	4	11	11	4	0

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Como se puede observar en la gráfica anterior la etapa del proyecto que presenta mayor número de impactos es la etapa de construcción con 204, sin embargo, se torna de vital importancia desglosar tanto los impactos negativos como los benéficos, por lo que, a continuación, se presenta un análisis de los tipos y clases de impactos identificados y evaluados para las tres etapas que integran el proyecto.

Como parte del análisis tenemos que son dos de las tres etapas que integran el proyecto en las que existirán impactos negativos significativos (-D), estas etapas son: **preparación y construcción**, aunque es importante resaltar que el número total de impactos de esta clase (-D) es bajo (21) pues representa el 4.86% del número de impactos totales identificados para el proyecto. Por su parte, los impactos que le siguen en significancia negativa son los que representan un impacto negativo moderado (-C) y se presentan 38 en esta categoría que representan un 8.80 % con respecto al número total de impactos detectados (432) para el proyecto. Así mismo dentro del análisis por etapa podemos observar que los impactos categorizados como negativos leves (-B) y negativos no significativos (-A), son los que se presentan mayormente durante el desarrollo del proyecto y representan un 20.83 % y 29.17% respectivamente, siendo la etapa de construcción la que mayor

número de impactos de impactos negativa presenta con 204 es decir un 47.22% del total de impactos negativos identificados.

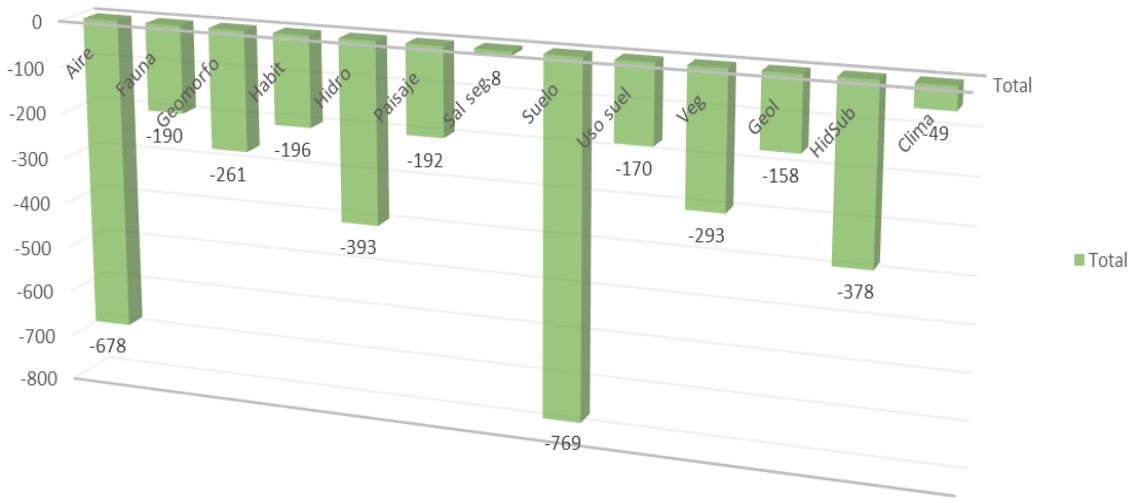
Con respecto a los impactos positivos, aunque se manifiestan en todas las etapas de proyecto es la etapa de **construcción** la que si bien representa los mayores impactos negativos también provoca el mayor número de impactos benéficos con un 56.05% del total de impactos positivos identificados, es importante resaltar que el 49.54 % de los impactos benéficos de esta etapa se encuentran categorizados como B, es decir que representan un impacto positivo LEVE. De igual manera la otra etapa que acarrea impactos benéficos de mayor significancia es **operación y mantenimiento**, los impactos positivos de esta etapa se deben principalmente a la vida útil del proyecto y los beneficios sociales y económico que esto acarrea, teniendo así en esta etapa el mayor número de impactos positivos en la categoría D es decir impactos positivos significativos.

V.3.2.2 Análisis de impactos por factor ambiental

De acuerdo con el marcador o puntaje obtenido de la ponderación bajo el método RIAM para cada impacto se realiza un análisis cuantitativo para conocer la hacinación de afectaciones que tendrá cada factor ambiental.

A continuación, se presenta de forma gráfica la cuantificación mencionada.

Gráfica V. 3 Acumulación de los impactos ambientales negativos agrupados por factor ambiental.



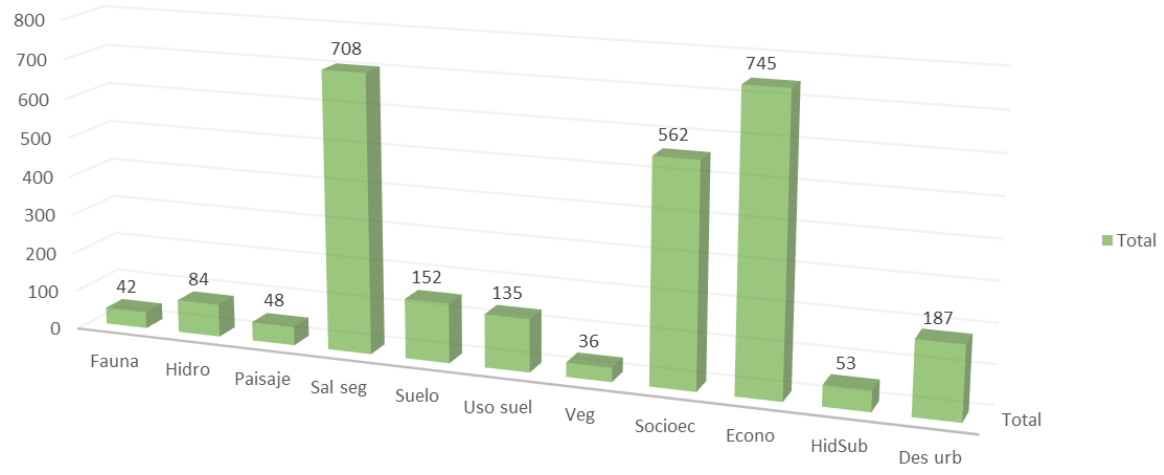
Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Como resultado del análisis por factor ambiental, en la gráfica anterior se observa que el aire es el factor que tendrá mayor acumulación de impactos negativos durante el desarrollo del proyecto, esto debido principalmente a las actividades de desmonte, despalme, acarreo de materiales, excavación para pilotes, nivelación y rellenos, cortes, construcción de terraplenes, , colocación de la carpeta asfáltica y tránsito vehicular, ya que estas actividades son las que generan en mayor cantidad el levantamiento de partículas y producen emisiones a la atmosfera por la operación de la maquinaria requerida, sin embargo, a pesar de tener una acumulación de impactos alta es

importante enfatizar que los impactos hacia el componente aire, son de carácter temporal y reversible por lo que se pueden considerar impactos de leves a moderados.

Por otra parte el factor mayormente afectado con impactos irreversibles y acumulativos es la edafología seguido de la vegetación y la geomorfología, esto se debe a que las actividades de desmonte, excavación y rellenos, cortes, compactación, así como la construcción de terraplenes que modificarán permanentemente la estructura geomorfológica del sitio generando cambios en la topografía y provocando una alteración en la dinámica hidrológica, capacidad de infiltración y arrastrando una mayor cantidad de sedimentos contribuyendo así a la aceleración de la perdida de suelo. Además de que se con el movimiento de materiales edáficos y geológicos se modificará la estructura y profundidad de los horizontes del suelo.

Gráfica V. 4. Acumulación de los impactos ambientales positivos agrupados por factor ambiental.



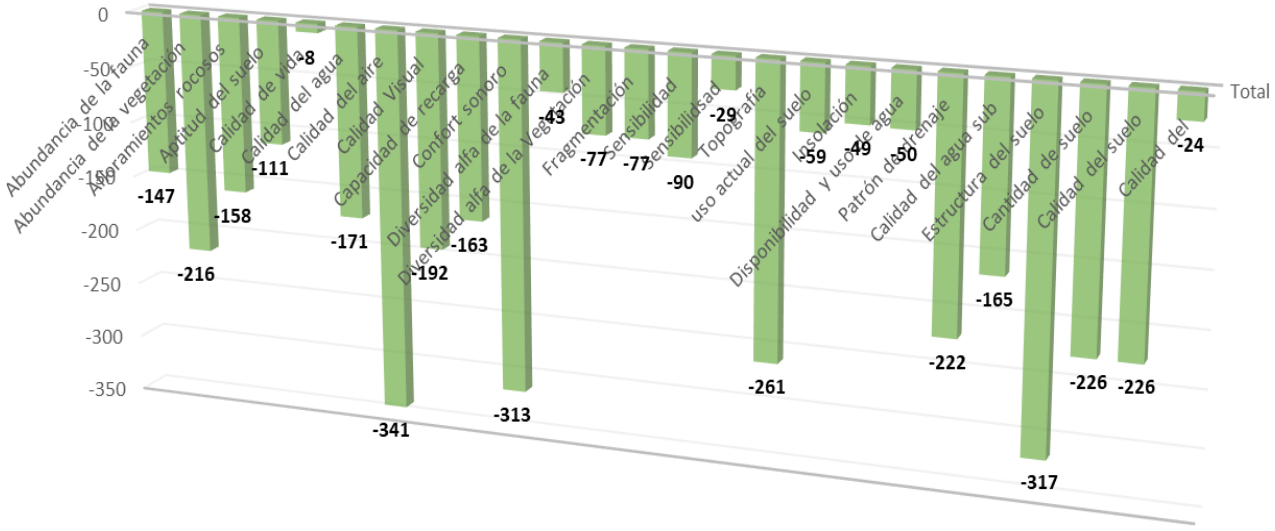
Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Con respecto a la acumulación de impactos benéficos en la gráfica anterior podemos observar que el factor mayormente beneficiado es el de economía seguido de salud y seguridad, esto se debe a que la generación de empleos y a las garantías que ofrecen los empleos formales, de igual forma es importante mencionar que el factor social también se verá altamente beneficiado ya que la base del proyecto es dar solución a la necesidad de mejorar la comunicación terrestre de la zona y que se ofrezca una alternativa más segura y de mejor calidad para los traslados de personas, productos y servicios, principalmente para los pobladores de las comunidades aledañas. Se busca además prevenir la existencia zonas inseguras y que esta obra albergue una mayor conexión interregional, tomando en cuenta el crecimiento de actividades productivas y la necesidad de transportar productos y servicios.

V.3.2.3 Análisis de impactos por sub-factor ambiental

Una vez analizados las etapas y factores ambientales es necesario integrar un análisis particular donde podamos obtener resultados de los sub-factores que serán mayormente impactados ya sea de forma benéfica o negativa.

Gráfica V. 5 Acumulación de los impactos ambientales negativos agrupados por sub factor ambiental.



Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Los resultados del análisis por atributo ambiental nos muestran que el sub factor con mayor ponderación de impactos negativos es la calidad del aire (-341), lo anterior debido a que la mayoría de las actividades de las diversas etapas del proyecto generan e impactan directamente el factor aire y provocan contaminación atmosférica ya sea por ruido o por emisión de contaminantes al operar la maquinaria y equipo ,sin embargo, es importante destacar que los impactos generados al factor aire como es el caso de la composición gaseosa y generación de polvos, son de carácter temporal, reversible y no acumulativo; por lo que a pesar de que serán atributos continuamente impactados durante el desarrollo del proyecto y dadas las condiciones del SAR, se prevé que retornarán a su estado actual una vez terminada la etapa de construcción. Además de la calidad del aire otro sub-factor de este componente ambiental que se pondera con una alta acumulación de impactos es el confort sonoro (-313) esto derivado del ruido que genera la operación de maquinaria y la presencia humana en campo.

Otro sub factor con mayor acumulación de impactos es la estructura del suelo, esto debido a que al tratarse de la modernización de un camino en donde se requerirán superficies adicionales de afectación las actividades constructivas se llevaran como el corte excavación y compactación, implicaran el movimiento de materiales edáficos modificando permanentemente la estructura del suelo, pues los movimientos de materiales así la erodabilidad del suelo ya que para poder implantar el proyecto será necesario la remoción de horizontes edáficos y la extracción de materiales lo que

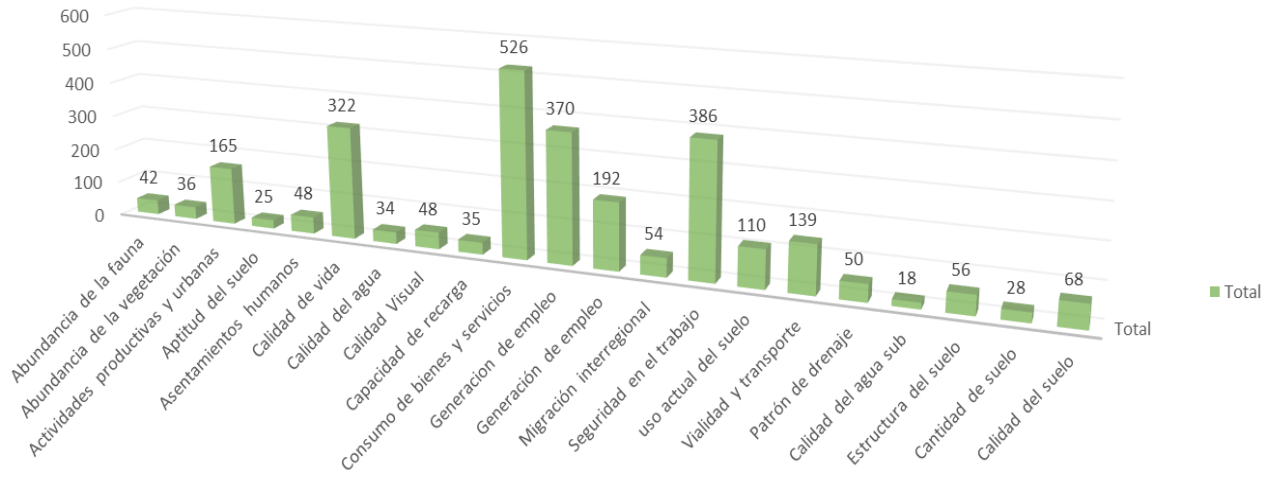
afectará la composición de este recurso, así como propiciará un sitio con mayor susceptibilidad a los procesos erosivos naturales o antrópicos.

Por su parte la modificación la topografía muestra una considerable acumulación de ya que se prevé que la modernización del camino y dada su geomorfología requiere de cortes y excavaciones lo que traerá modificaciones irreversibles a este atributo.

Por su parte el sub-factor de abundancia de la vegetación prevé una considerable acumulación de impactos (-216), ya que se requerirá el cambio de uso de suelo en una zona boscosa con topografía accidentada, por lo que se considera que la afectación a este sub factor es una importancia considerable.

Por lo anterior la ejecución medidas preventivas y de control para no contaminar el recurso hídrico y mitigar los efectos hacia la geomorfología y el suelo se tornan imprescindibles para la viabilidad ambiental del proyecto.

Gráfica V. 6 Acumulación de los impactos ambientales positivos agrupados por atributo ambiental



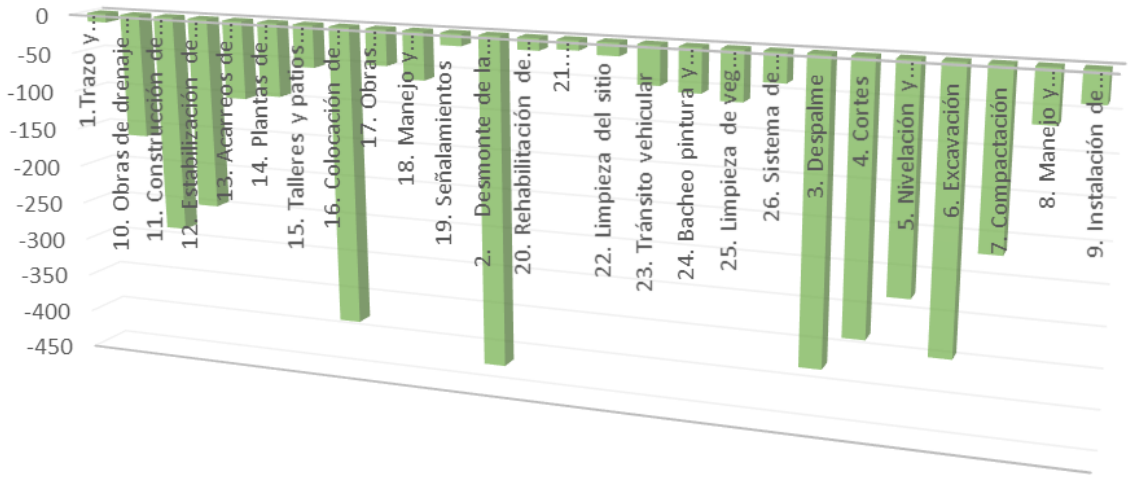
Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

En cuanto los impactos benéficos agrupados por atributo ambiental tenemos que el incremento en el consumo de bienes y es el que mayor beneficio aportara a la región, seguido de la seguridad en el trabajo y la generación de empleos, como podemos observar la mayoría de los impactos benéficos radica en el sector socio económico de la zona, esto es debido a los efectos que implica la implantación de un proyecto de esta naturaleza. Se puede concluir que los efectos benéficos impactan directamente los atributos socioeconómicos de la región ya que la instalación del proyecto incrementará las condiciones de vida y actividades comerciales de las localidad de Guevea de Humboldt y Corral de Piedras en el estado de Oaxaca, ya que contará con infraestructura moderna y segura que podrá coadyuvar a detonar una serie de actividades comerciales, recreativas y turísticas de la zona, y ofrecer una vialidad rápida y segura a los usuarios.

V.3.2.4 Análisis de impactos por actividad

Como resultado del análisis de acumulación de impactos por actividad del proyecto, se encontró que el desmonte de la vegetación es la actividad con mayor acumulación de impactos seguida de la colocación de la carpeta asfáltica, el despalme del suelo, excavación, nivelación y rellenos y construcción de terraplenes, esto debido a que en la ejecución de estas actividades se impactarán directamente los atributos de la geomorfología y suelos los cuales serán irreversibles y permanentes, además de que propiciarán efectos acumulativos y sinérgicos como es el caso de la pérdida de la cobertura vegetal. Por otra parte, se puede apreciar que las actividades de trazo y delimitación de derecho de vía, limpieza e instalación de señalamientos son las que menor acumulación de impactos adversos presentan y esto se puede deber a que dichas actividades solo impactarán temporalmente de forma negativa y sus efectos podrán ser reversibles y no acumulativos durante su ejecución.

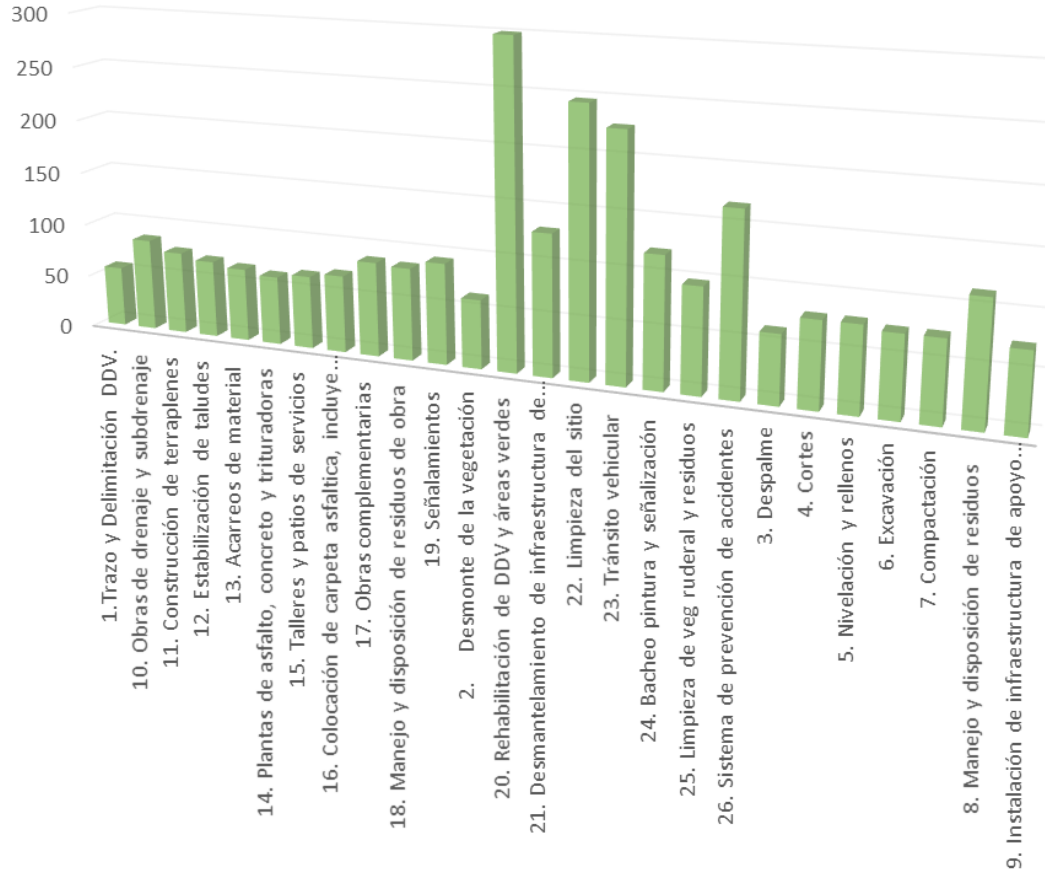
Gráfica V. 7 Acumulación de los impactos ambientales negativos agrupados por actividad



Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Con relación a los impactos positivos que producirá cada una de las actividades planeadas para la ejecución del proyecto, tenemos que todas aportan algún beneficio directo a la zona donde se pretenden llevar a cabo, sin embargo, las que presentan mayor acumulación de beneficios son las relacionadas con la rehabilitación del DDV y limpieza del sitio ya que estas propiciaran mejoramiento de sitios degradados beneficiando en calidad ambiental y paisajística a los pobladores aledaños a ellas, de igual forma otra actividad que aporta efectos benéficos es el tránsito y transporte que circulará durante su operación esto es prácticamente debido a que la eficiencia en tiempos, calidad y seguridad mejorará considerablemente pues se disminuirán los tiempos de traslado de personas así como en la entrega de productos.

Gráfica V. 8 Acumulación de los impactos ambientales positivos agrupados por actividad



Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

V.3.3 Selección y descripción de los impactos significativos

V.3.3.1 Jerarquización de los impactos ambientales negativos

Una vez realizado el análisis de impactos por: clase de impacto. etapa del proyecto, factor ambiental, atributo ambiental y actividad, así como ejecutada la modelación de escenarios tendenciales, se procede a seleccionar los subfactores que serán susceptibles a los impactos más significativos, así como las actividades que generarán mayores impactos, así como a describir los impactos de mayor significancia dentro del proyecto por lo cual se ha llevado a cabo un concentrado de los 8 subfactores que sufrirán más afectaciones, así como las 6 actividades que producen los efectos negativos de mayor importancia con base en su significancia y número total de los mismos.

Tabla V. 25 Subfactores que recibirán impactos ambientales negativos relevantes

Subfactor	-A	-B	-C	-D	Total general
Estructura del suelo	3	5		6	14
Topografía	1	4		5	10
Cantidad de suelo	4	3	1	3	11
Afloramientos rocosos	2	2	1	2	7
Abundancia de la vegetación	11	3		2	16
Calidad del aire	8	8	7	1	24
Calidad del suelo	14	4	1	1	20
Diversidad alfa de la Vegetación	2		1	1	4

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Para poder llevar a cabo una adecuada selección y descripción de los impactos significativos se realizó una sumatoria de los marcadores obtenidos para actividad y así conocer cuales actividades representan el mayor impacto tanto negativo como positivo. Posteriormente se clasificaron de acuerdo con tres intervalos para determinar su categoría; la clasificación es la siguiente.

Tabla V. 26 Intervalos de los Impactos Negativos generados por las actividades

IMPACTOS NEGATIVOS		
Categoría	**Límite inferior**	**Límite superior**
Alto Negativo	>-251	
Medio Negativo	-126	-250
Bajo Negativo	-1	-125

La sumatoria de los marcadores obtenidos y clasificación para cada actividad se presentan en las siguientes tablas:

Tabla V. 27 Sumatoria de marcadores de los impactos negativos generados por actividad

Actividad generadora de impacto	Suma de marcadores	Categoría
2. Desmonte de la vegetación	-416	**Alto Negativo**
16. Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello	-380	**Alto Negativo**
3. Despalme	-373	**Alto Negativo**
6. Excavación	-343	**Alto Negativo**
4. Cortes	-331	**Alto Negativo**
11. Construcción de terraplenes	-279	**Alto Negativo**
5. Nivelación y rellenos	-276	**Alto Negativo**
12. Estabilización de taludes	-244	**Medio Negativo**
7. Compactación	-215	**Medio Negativo**
10. Obras de drenaje y subdrenaje	-158	**Medio Negativo**
13. Acarreos de material	-99	**Bajo Negativo**

Actividad generadora de impacto	Suma de marcadores	Categoría
14. Plantas de asfalto, concreto y trituradoras	-93	Bajo Negativo
8. Manejo y disposición de residuos	-64	Bajo Negativo
25. Limpieza de veg ruderal y residuos	-61	Bajo Negativo
18. Manejo y disposición de residuos de obra	-60	Bajo Negativo
24. Bacheo pintura y señalización	-54	Bajo Negativo
15. Talleres y patios de servicios	-53	Bajo Negativo
23. Tránsito vehicular	-48	Bajo Negativo
17. Obras complementarias	-45	Bajo Negativo
9. Instalación de infraestructura de apoyo provisional	-38	Bajo Negativo
26. Sistema de prevención de accidentes	-36	Bajo Negativo
22. Limpieza del sitio	-16	Bajo Negativo
19. Señalamientos	-15	Bajo Negativo
20. Rehabilitación de DDV y áreas verdes	-15	Bajo Negativo
21. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo y limpieza del sitio	-12	Bajo Negativo
1.Trazo y Delimitación DDV.	-11	Bajo Negativo
Total, general	**-3735**	

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Como se puede observar las actividades con mayor impacto negativo sobre los factores y atributos ambientales de la zona donde se pretende implantar el proyecto, se presentan en las etapas de preparación y construcción, dichos impactos son generados principalmente en desmonte de la vegetación, colocación de carpeta asfáltica que incluye riegos de liga y sellos, despalme del suelo, excavación, cortes, construcción de terraplenes y nivelación y rellenos; esto se debe a las modificaciones irreversibles y permanentes que estas actividades propiciarán sobre la geomorfología, a nivel edáfico y composición del hábitat aunado a impactos temporales y reversibles que se darán sobre la calidad del aire y calidad del agua.

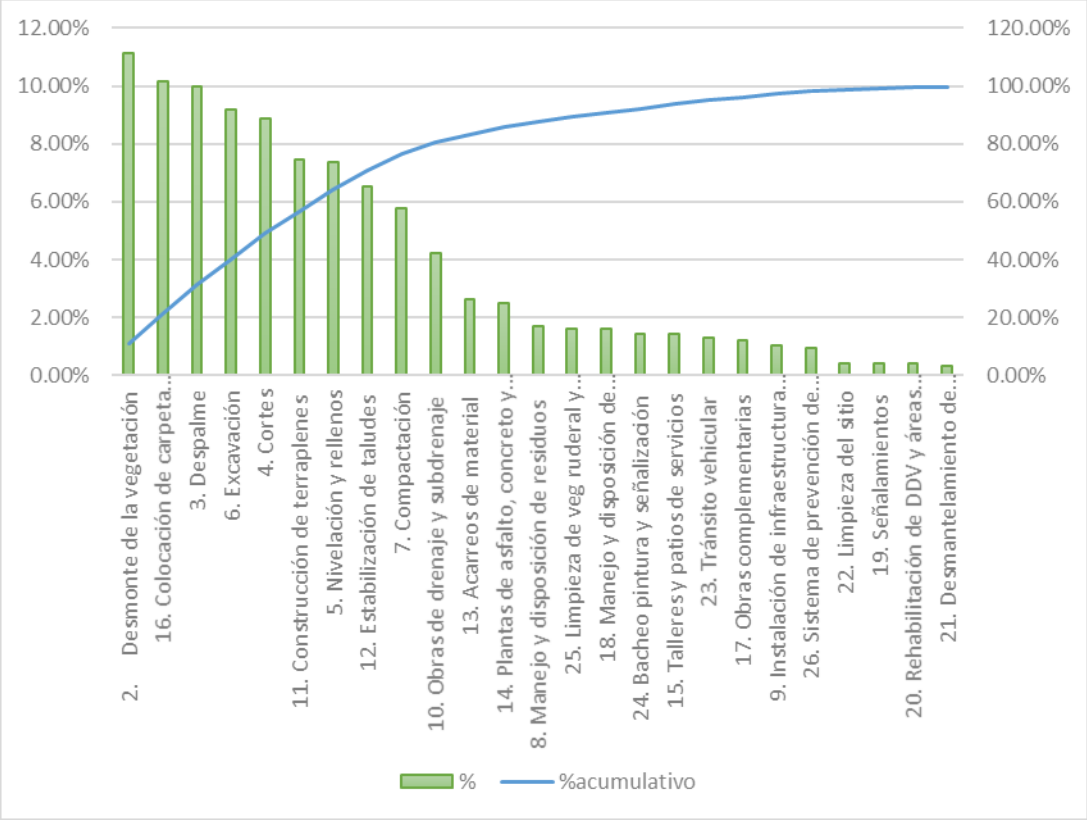
Tabla V. 28 Porcentaje de acumulación de los impactos ambientales negativos por actividad

Actividad	Sumatoria de marcadores	% de la actividad	% de acumulación
2. Desmonte de la vegetación	-416	11.14%	11.14%
16. Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello	-380	10.17%	21.31%
3. Despalme	-373	9.99%	31.30%
6. Excavación	-343	9.18%	40.48%
4. Cortes	-331	8.86%	49.34%
11. Construcción de terraplenes	-279	7.47%	56.81%
5. Nivelación y rellenos	-276	7.39%	64.20%

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

La siguiente gráfica muestra la representatividad porcentual de cada actividad con respecto a la acumulación de impactos negativos del proyecto, hasta alcanzar el 100% de impactos.

Gráfica V. 9 Distribución total de la acumulación de los impactos ambientales negativos por actividad



Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Como se puede observar en la tabla anterior las 7 actividades más significativas representan el 64.20% de acumulación de los impactos negativos que generará el proyecto.

En la siguiente tabla, se presentan las actividades que representan mayor acumulación de impactos negativos significativos

Tabla V. 29 Descripción de los impactos ambientales negativos con mayor acumulación.

Actividad generadora de impacto	Impacto total	Representatividad	Descripción de la actividad	Impactos relevantes asociados
Desmonte de la vegetación	-416	11.14 %	El desmonte es la acción de quitar la vegetación superficial ubicada dentro del derecho de vía. La integración del proyecto requiere la desaparición permanente del suelo, a lo largo del derecho de vía en toda la trayectoria de los lomeríos.	• Modificación del patrón de escorrentía por obstrucción de ríos y arroyos • Pérdida en la calidad del agua por la disposición del material removido • Disminución de la calidad del suelo • Pérdida de suelo (erosión) • Modificación de la topografía • Disminución de la calidad del aire • Pérdida del confort sonoro • Modificación y pérdida de la estructura de suelo fértil • Reducción del hábitat de fauna silvestre • Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre • Modificación del paisaje
Colocación de carpeta asfáltica	-380	10.17%	La colocación de la carpeta asfáltica requiere camiones de carga con el asfalto para lograr incorporar el conjunto de capas que soportarán la acción de las cargas producto del tránsito vehicular, consta de subrasante, subbase, base y carpeta.	• Pérdida de la utilización del suelo • Reducción de la capacidad de infiltración • Cambios en los patrones de escurrimientos de aguas superficiales • Disminución de la calidad del aire • Pérdida del confort sonoro • Generación de residuos de manejo especial residuos de asfalto, lubricantes y aceite

Actividad generadora de impacto	Impacto total	Representatividad	Descripción de la actividad	Impactos relevantes asociados
Despalme del suelo	-373	9.99%	El desmonte radica en la remoción de la capa de tierra vegetal (orgánica) ubicada dentro del derecho de vía, para lo que se utiliza maquinaria pesada como retroexcavadoras. 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.	• Modificación del patrón de escorrentía por obstrucción de ríos y arroyos • Pérdida en la calidad del agua por la disposición del material removido • Disminución de la calidad del suelo • Pérdida de suelo (erosión) • Modificación de la topografía • Disminución de la calidad del aire • Pérdida del confort sonoro • Modificación y pérdida de la estructura de suelo fértil • Reducción del hábitat de fauna silvestre • Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre
Excavación	-343	918%	Actividad que consiste en la remoción de material mediante medios mecánicos a fin de llegar a la cota cero, como el punto desde el cual se construirá el pavimento.	• Modificación de la calidad del agua • Modificación del patrón de escorrentía • Disminución de la calidad del suelo • Pérdida de suelo (erosión) • Disminución de la calidad del aire • Pérdida del confort sonoro • Modificación y pérdida de la estructura de suelo fértil
Cortes	-331	8.86%	La realización de los cortes representa actividades esenciales de la construcción, con el objetivo de abrir el conjunto de lomeríos	• Modificación de la calidad del agua

Actividad generadora de impacto	Impacto total	Representatividad	Descripción de la actividad	Impactos relevantes asociados
			existentes en la trayectoria del proyecto, con el objetivo de conformar y modificar de forma permanente la geomorfología de los lomeríos (aunado a los someros horizontes del suelo), para permitir una trayectoria más lineal del proyecto y favorecer el tráfico vehicular sin problemas de curvas horizontales ni verticales.	• Modificación de las corrientes y caudales por la modificación del drenaje natural • Modificación de la calidad del suelo, por contaminación con residuos sólidos, material de construcción y residuos peligrosos • Inestabilidad de taludes lo que puede propiciar caída de materiales • Erosión eólica e hídrica por degradación y desaparición de la cubierta vegetal • Disminución de la calidad del aire • Pérdida del confort sonoro
Construcción de terraplenes	-279	7.47%	Conformación de estructuras ejecutadas con material adecuado, producto de cortes o de préstamos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría. Se consideran también como tales, las cuñas contiguas a los estribos de puentes y de pasos a desnivel, la ampliación de la corona, el tendido de los taludes y la elevación de la subrasante en terraplenes existentes; así como el relleno de excavaciones adicionales abajo de la subrasante en cortes.	• Pérdida en la calidad del agua • Fragmentación del hábitat • Disminución de la recarga vertical del acuífero • Modificación de la topografía • Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre
Nivelación y rellenos	-276	7.39%	Actividad que consiste en la incorporación de material a fin de llegar a la cota cero, como el punto desde el cual se construirá el pavimento. De manera permanente ocurre el	• Modificación de la calidad del agua • Modificación del patrón de escorrentía • Disminución de la calidad del suelo

Actividad generadora de impacto	Impacto total	Representatividad	Descripción de la actividad	Impactos relevantes asociados
			cambio de uso del suelo, la desaparición de los horizontes edáficos y la creación de una barrera física que modificará el drenaje superficial, requiriendo la incorporación de las obras de drenaje y subdrenaje.	• Pérdida de suelo (erosión) • Disminución de la calidad del aire • Pérdida del confort sonoro • Modificación y pérdida de la estructura de suelo fértil

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

V.2.3.2 Jerarquización de los impactos ambientales positivos

La misma metodología de sumatoria de los marcadores obtenidos y clasificación para cada actividad se siguió para reconocer los impactos positivos de mayor relevancia.

Tabla V. 30 Intervalos de los Impactos Positivos generados por las actividades

IMPACTOS POSITIVOS		
Categoría	Límite inferior	Límite superior
Alto Positivo	>201	
Medio Positivo	101	200
Bajo Positivo	6	100

Tabla V. 31 Sumatoria de marcadores de los impactos positivos generados por actividad

Etiquetas de fila	Suma de marcadores	Categoría
20. Rehabilitación de DDV y áreas verdes	300	**Alto positivo**
22. Limpieza del sitio	247	**Alto positivo**
23. Tránsito vehicular	227	**Alto positivo**
26. Sistema de prevención de accidentes	168	**Medio positivo**
21. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo y limpieza del sitio	131	**Medio positivo**
24. Bacheo pintura y señalización	122	**Medio positivo**
8. Manejo y disposición de residuos	114	**Medio positivo**
25. Limpieza de veg ruderal y residuos	98	**Bajo positivo**
19. Señalamientos	94	**Bajo positivo**
17. Obras complementarias	88	**Bajo positivo**
10. Obras de drenaje y subdrenaje	86	**Bajo positivo**
18. Manejo y disposición de residuos de obra	86	**Bajo positivo**
4. Cortes	80	**Bajo positivo**
5. Nivelación y rellenos	80	**Bajo positivo**
11. Construcción de terraplenes	77	**Bajo positivo**
6. Excavación	76	**Bajo positivo**
7. Compactación	76	**Bajo positivo**
9. Instalación de infraestructura de apoyo provisional	74	**Bajo positivo**
12. Estabilización de taludes	72	**Bajo positivo**
16. Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello	72	**Bajo positivo**
13. Acarreos de material	68	**Bajo positivo**
15. Talleres y patios de servicios	68	**Bajo positivo**
14. Plantas de asfalto, concreto y trituradoras	64	**Bajo positivo**
2. Desmonte de la vegetación	64	**Bajo positivo**

Etiquetas de fila	Suma de marcadores	Categoría
3. Despalme	64	**Bajo positivo**
1.Trazo y Delimitación DDV.	56	**Bajo positivo**
Total, general	**3702**	

En cuanto a los impactos positivos encontramos que los efectos de mayor relevancia los tendrán cinco de las veintitrés actividades, las cuales son: rehabilitación del DDV y áreas verdes, limpieza del sitio, tránsito vehicular y sistema de prevención de accidentes, estas actividades se reflejan como las de mayor beneficio debido a que contemplan la rehabilitación de sitios degradados en el DDV durante la ejecución de las actividades constructivas, con lo que se mejorará la dinámica ecosistémica del SAR, así como actividades de prevención y seguridad para los usuarios del camino, además de que impulsaran actividades primarias como agricultura y ganadería mismas que son las que dominan la economía a nivel municipal.

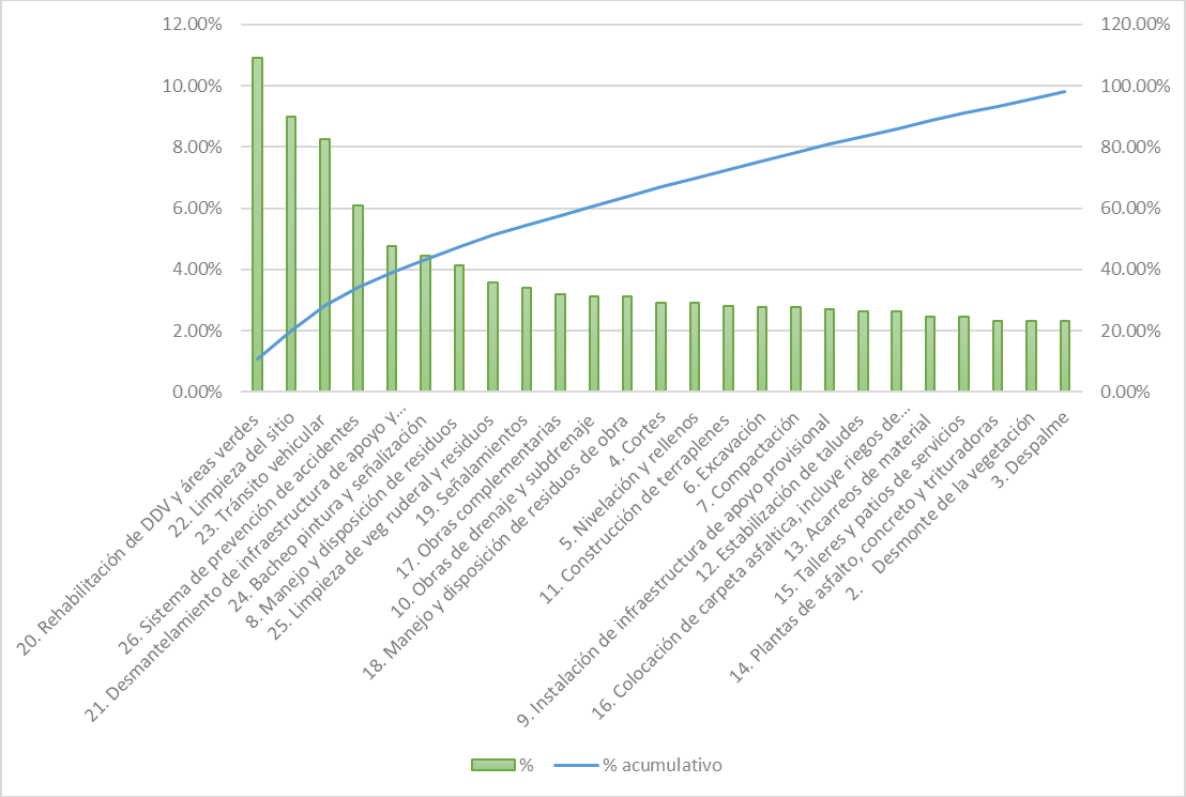
Tabla V. 32 Porcentaje de acumulación de los impactos ambientales negativos por actividad

Actividad	Sumatoria de marcadores	% de la actividad	% de acumulación
20. Rehabilitación de DDV y áreas verdes	300	10.90%	10.90%
22. Limpieza del sitio	247	8.98%	19.88%
23. Tránsito vehicular	227	8.25%	28.13%
26. Sistema de prevención de accidentes	168	6.10%	34.23%
21. Desmantelamiento de infraestructura de apoyo y limpieza del sitio	131	4.76%	38.99%

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

Como se puede observar en la tabla anterior las 5 actividades más significativas representan el 38.99% de acumulación de los impactos positivos que generará el proyecto.

Gráfica V. 10 Distribución total de la acumulación de los impactos ambientales positivos por actividad



Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

V.2.3.3 Distribución y análisis final de los impactos

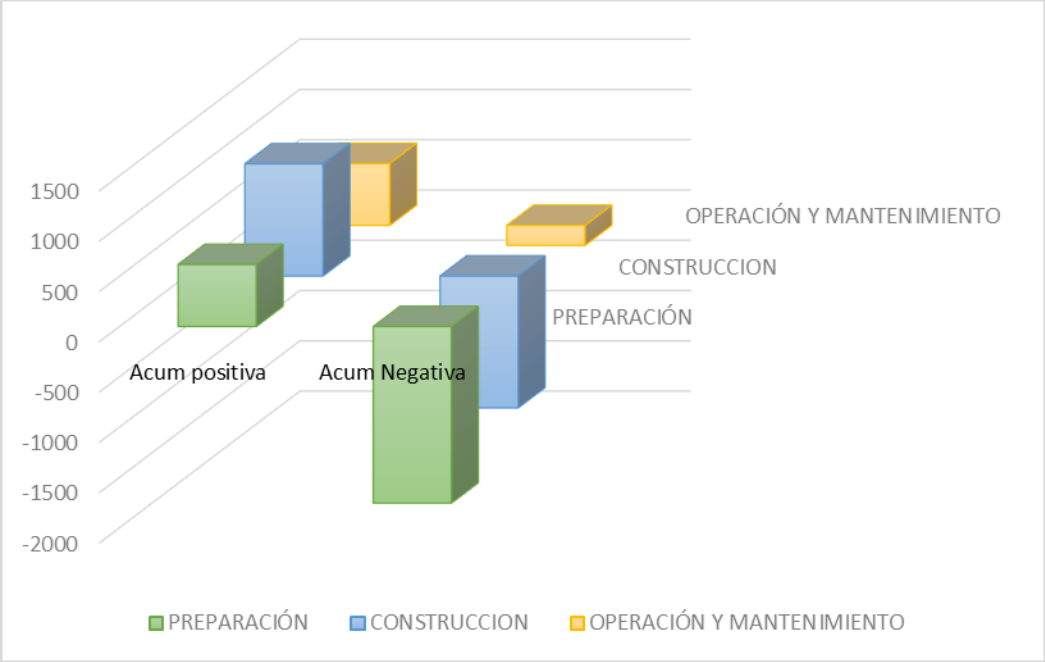
A través de la identificación de los impactos ambientales a partir de la matriz de interacción y su evaluación a través de RIAM, se obtienen un total de 476 interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos del medio natural y socioeconómico, los cuales se distribuyen de la siguiente manera.

Tabla V. 33 Distribución de los impactos por etapa.

Etapa del proyecto	Impactos Negativos	Impactos Positivos	Total
Etapa de preparación	135	6	174
Etapa de construcción	116	18	204
Etapa operación y mantenimiento	24	4	54
Sumatoria total	**275**	**28**	**432**

Fuente: Propia

Gráfica V. 11 Distribución de impactos negativos y positivos por etapa



Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

En esta tabla se observa que la mayor cantidad de impactos ambientales negativos se presentan durante las actividades de las etapas de preparación y construcción, mientras que los impactos positivos se distribuyen mayormente durante la construcción y la etapa de operación y mantenimiento.

Tabla V. 34 Acumulación de los impactos por etapa

Etapa del proyecto	Sumatoria de las ponderaciones de Los Impactos ambientales positivos	Porcentaje
PREPARACIÓN	684	24.85%
CONSTRUCCION	1453	52.80%
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	615	22.35%
Total general	**2752**	100.00%
Etapa	**Sumatoria de las ponderaciones de Los Impactos ambientales negativos**	**%**
PREPARACIÓN	-2067	55.34%
CONSTRUCCION	-1469	39.33%
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	-199	5.33%
Total general	**-3735**	100.00%

Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

En la tabla y gráfica anterior se observa que la etapa de preparación presenta las principales afectaciones concentrando el 55.34% de la distribución y representatividad de impactos negativos. En conclusión, se tiene que, dada la magnitud y representatividad de los impactos, se torna indispensable la adopción de medidas de prevención, mitigación y compensación, sobre todo para aquellos efectos que son irreversibles como la modificación a la estructura del suelo, modificación de la topografía, perdida de suelo, denudación de afloramientos rocosos.

Es de vital importancia que las medidas de prevención, mitigación y compensación se ejecuten principalmente hacia los efectos adversos que generan las actividades mayormente impactantes (Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello, Desmonte de la vegetación, Excavación, Despalme y Nivelación y rellenos) las cuales en su mayoría corresponden a esta etapa. Las medidas propuestas invariablemente tendrán que estar encaminadas a prevenir, reducir, controlar y compensar los impactos hacia la Topografía, Estructura del suelo, Patrón de drenaje, Calidad del aire, Confort sonoro, Abundancia y diversidadde la vegetación.

Es importante señalar, que las actividades de mitigación deben iniciarse de manera simultánea al inicio de las actividades de preparación del sitio, con lo cual se tendrán efectos positivos y resultara favorable para la adaptación bilateral proyecto / medio. Como respuesta a esta medida, para el atributo vegetación será más sencillo mitigar y compensar los impactos identificados; de igual forma sucederá con los atributos relacionados con el hábitat, paisaje, procesos ecosistémicos y suelo.

El análisis de impactos permite anticiparse a las necesidades de establecer el conjunto de medidas de mitigación necesarias para atenuar los efectos negativos que habrían de presentarse a lo largo de la vida del proyecto, por lo que las medidas de mitigación y/o restauración para implementar en **“Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional del camino: Corral de Piedras - Guevea de Humboldt, tramo del Km. 0+000 al Km. 7+000, con una meta de 7.0 Km.", ubicado en el estado de Oaxaca.”**

V.4. Impactos Residuales.

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 SAR. 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:

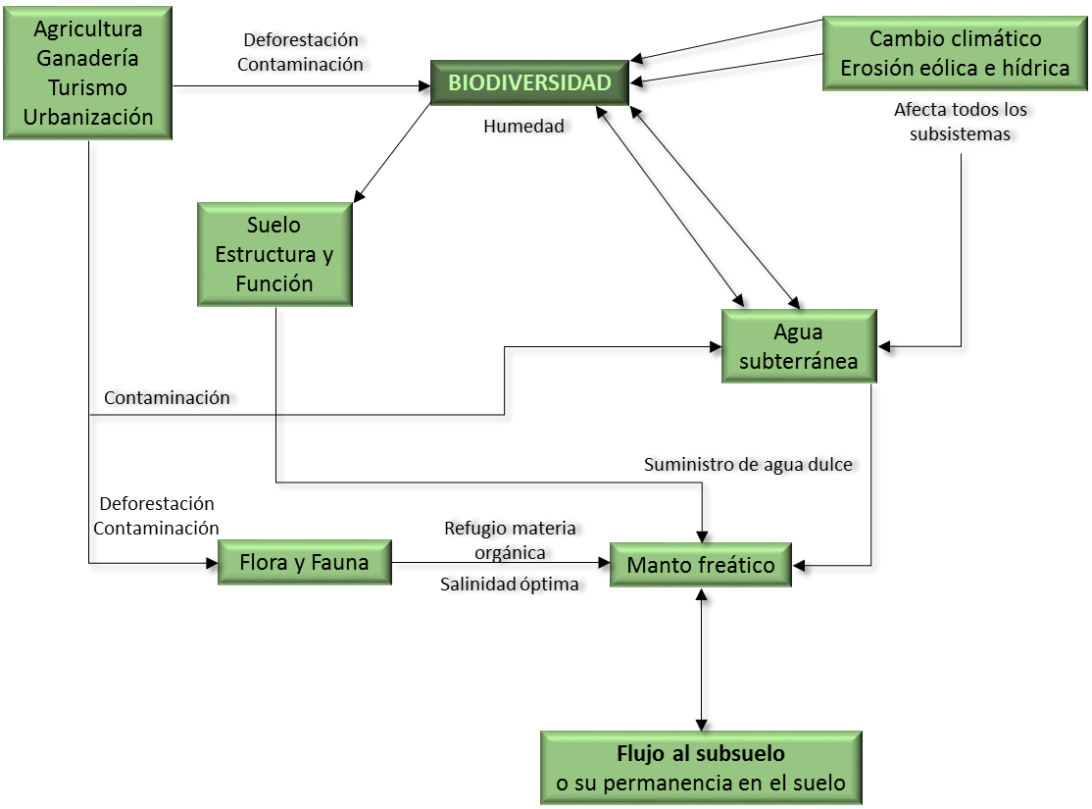
- Pérdida de cobertura vegetal y uso del suelo.
- Perdida del hábitat
- Perdida de la estética del paisaje.
- Perdida de las características geológicas y geomorfológicas
- Pérdida de suelos, la excavación y nivelación modifican permanentemente el suelo.

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.

V.4.1 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.

Figura V. 2. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas.



Fuente: CANAN INGENIERIA 2022.

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 han sido domesticadas 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.

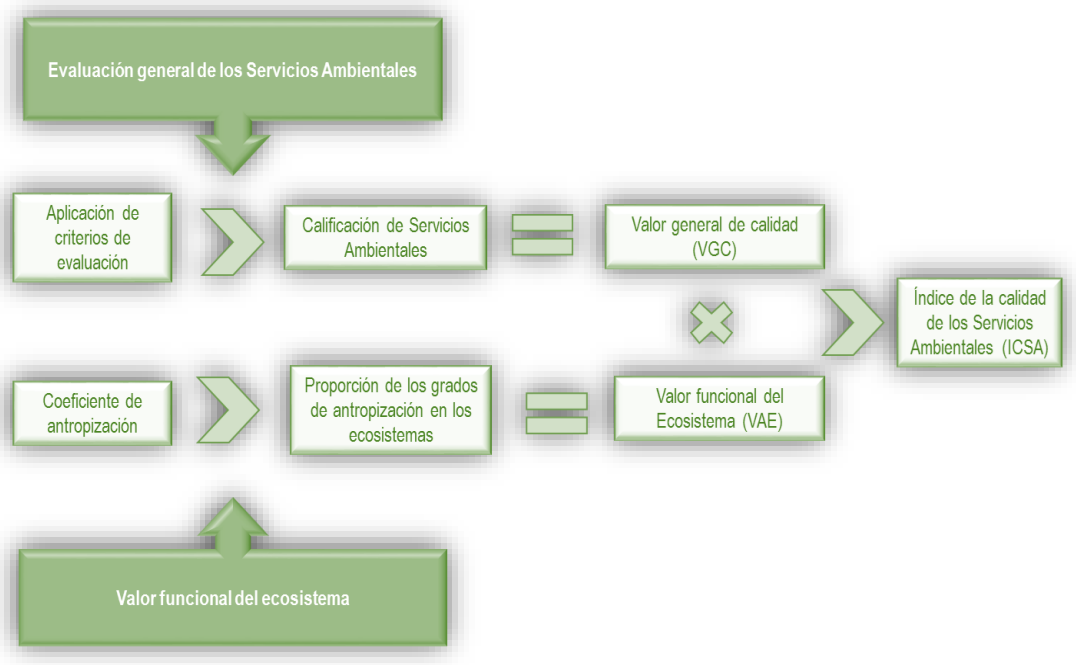
Con base en lo anterior, la riqueza biótica del área de cambio se describe con detalle en el apartado descriptivo y analítico del medio biótico (capítulo IV de este documento), asimismo, se destaca que el enfoque que se hace de este rubro se centra en la biodiversidad de especies y de ecosistemas, en 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 los tipos de vegetación tales como; bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque de encino-pino, vegetación secundaria y 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 en 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.

Figura V. 3 Metodología para la determinación de la calidad de los servicios ambientales de los subsistemas.



Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

V.4.1 Evaluación general de los servicios ecosistémicos del subsistema identificado.

De acuerdo con las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se identifican ocho categorías de servicios ambientales, resalta la importancia de éstos para el funcionamiento del sistema de vida del planeta, tanto en el presente como a futuro, ya que contribuyen directa e indirectamente con el bienestar social y económico. En estas ocho categorías se identificaron los siguientes servicios ambientales:

1.- Almacenamiento y retención de agua.

- Captura de agua (incluye la infiltración al manto freático y acuíferos).
- Conservación de la calidad del agua (dependen en gran parte del uso que se da al suelo en las áreas que captan, conducen, almacenan, proveen y renuevan el recurso hídrico).

2.- Regulación de la composición química atmosférica.

- Captura de carbono (extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono, como los océanos, los bosques o la tierra, a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis).
- Sumideros de carbono (ecosistemas primarios cuya captura neta de carbono podría ser nula, pero su transformación liberaría grandes cantidades).

3.- Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.

- Amortiguamiento de impactos de eventos hidrometeorológicos extremos.

4.- Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.

* Regulación del clima (por evapotranspiración, amortiguamiento del viento, etcétera.).

5.- Riqueza de especies y hábitat para poblaciones residentes y bajo estatus de protección.

* Conservación de biodiversidad (ecosistemas y especies).
* Conservación de acervos genéticos (árboles semilleros, otros).
* Provisión de hábitat para especies silvestres comerciales (peces y mariscos, fauna cinegética, plantas medicinales y comestibles, árboles maderables, etcétera).

6.- Protección y recuperación del suelo dentro del ecosistema

* Conservación física del suelo (contra la erosión por lluvia y por viento).
* Conservación de la fertilidad del suelo (contra la lixiviación).
* Formación y recuperación de suelos.

7.- Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas

* Medio para ecoturismo y recreación.
* Contribución a la belleza del paisaje.

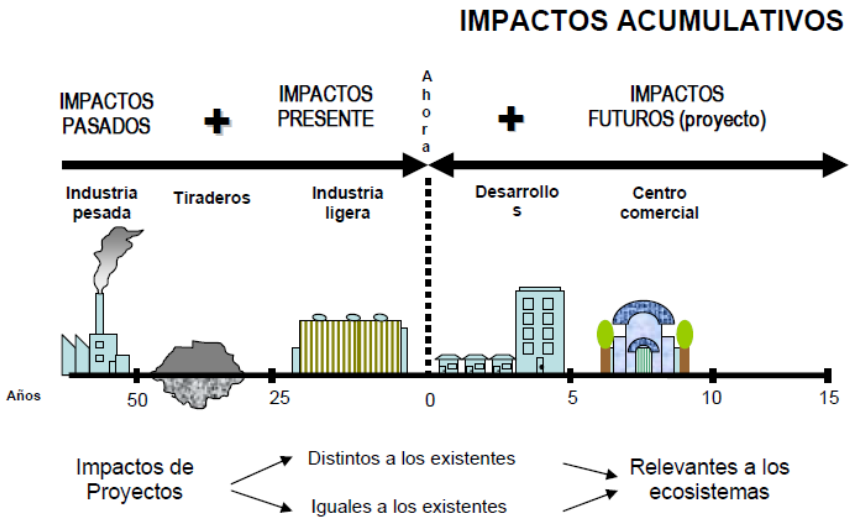
8.- Obtención de productos de uso comercial de forma directa

* Alimento.
* Materias primas.

V.5. Impactos Acumulativos.

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 SAR, 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.

Figura V. 4 Impactos acumulados.



Fuente: CANAN INGENIERIA 2022

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 SAR, 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 puntual 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. 2 Impactos identificados como acumulativos.

IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DE CAUSAS Y EFECTOS	
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 amplía 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, específicamente en la superficie de rodadura donde se coloca la carpeta asfáltica.
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: CANAN INGENIERIA 2022

.

V.6. Conclusiones.

Al generar la "MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA", se proponen oportunidades de atender tanto la movilidad en la zona, como los accidentes viales y simultáneamente impulsar las fuentes de empleo desde la fase de preparación del sitio hasta su operación y mantenimiento, haciendo hincapié y puntualizando que se cumplirán los lineamientos necesarios en materia ambiental, para garantizar que su realización sea factible y viable, ya que sus procedimientos de preparación del sitio, construcción y operación buscan minimizar y atenuar cualquier tipo de impacto generado, complementando lo anterior con la aplicación de medidas de mitigación, prevención y compensación que permitirán un desarrollo compatible con su entorno natural. Asimismo, el proyecto se justifica ampliamente por su compatibilidad con el desarrollo regional, considerándose además la factibilidad con la vinculación con las normas y regulaciones vigentes sobre los usos de suelo establecidas a nivel Municipal, Estatal y Federal. A continuación, se presentan las conclusiones del proyecto:

A. El proyecto que se pretende realizar corresponde a una sección del camino de terracería que conecta las comunidades Guevea de Humboldt y Corral de Piedras ocupando la superficie del derecho de vía actual, con ello se busca incrementar la movilidad y la seguridad para los vehículos que circulan por esta vía de comunicación, disminuyendo los riesgos y accidentes vehiculares.
B. Los principales impactos ambientales irreversibles se presentarán en los atributos físicos del escenario ambiental, como son la geomorfología, suelo, y en la parte biótica la vegetación, aunque esta última puede ser compensable.
C. No se generarán impactos sobre ecosistemas altamente sensibles, áreas naturales protegidas, ni se afectarán especies listadas en la NOM 059 SEMARNAT 2010.
D. La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de carácter puntual, temporales, reversibles y mitigables, con una baja escala de generación de impactos significativos o acumulativos de importancia.
E. La obra por incorporar se integra a un escenario el cual ha sufrido alteraciones previas, como la construcción de la carretera de terracería, la sustitución y aprovechamiento de la cobertura vegetal y el desplazamiento de la fauna terrestre, aunado a la presencia humana por el uso de vías de comunicación y las zonas agrícolas de la zona.
F. Es necesario establecer programas y acciones para la capacitación ambiental a todos los involucrados, principalmente en las fases previas que corresponde a la preparación y construcción generando un agente importante en la protección de los recursos faunísticos y florísticos locales, que coadyuven a reducir la intensificación de los impactos ambientales identificados.
G. Es necesario establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas a la empresa constructora, a fin de evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a los componentes bióticos, vegetación y fauna silvestre, y los atributos físicos, destacando el suelo.
H. Las actividades indicadas en las medidas de mitigación deben iniciarse desde el principio del proyecto, de tal manera que, a la conclusión de la etapa de construcción, muchas de ellas ya muestren un avance considerable de su aplicación.
I. Este proyecto está considerado dentro de los esquemas de sustentabilidad, de tal manera, que es compatible ambientalmente con su espacio físico y con la variable tiempo, lo cual permite tener una visión de su factibilidad ambiental y que ofrecerán múltiples y permanentes beneficios ambientales y sociales, en consecuencia, de la integración del

proyecto se tendrán una mayor seguridad y la disminución de la accidentabilidad en la región adyacente de esta zona federal.

J. El proyecto, es compatible con las políticas en materia ambiental, federales y estatales, establecidos en el Plan de Desarrollo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

Por todo lo expuesto anteriormente se concluye que el proyecto de la MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA", es **VIABLE** desde los puntos de vista ambiental, social y económico. Sin embargo, es de vital importancia la ejecución en forma y tiempo de medidas de mitigación para garantizar dicha viabilidad en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. 2

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 2
VI.2 AGRUPACIÓN DE LOS IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS. 16
VI.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 20
VI.4 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 25
VI.5. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO). 35
VI.6 MONTOS PARA FIANZAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL. 37

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen VI. 1 Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental. 29

ÍNDICE DE TABLA.

Tabla VI. 1. Medidas de Mitigación para los impactos generados por las actividades del Proyecto.. 3
Tabla VI. 2. Estrategias generales de mitigación – Ecología. 12
Tabla VI. 3. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental. 12
Tabla VI. 4. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos. 14
Tabla VI. 5. Estrategias generales de mitigación - Aspectos de interés humano. 14
Tabla VI. 6. Agrupación de las medidas de mitigación, por tipo de impacto ambiental para el Proyecto. 16
Tabla VI. 7. Características de las medidas de mitigación del proyecto. 20
Tabla VI. 8. Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades). 27
Tabla VI. 9. Seguimiento de las acciones de Restauración. 31
Tabla VI. 10. Seguimiento de las acciones de Protección de Fauna. 32
Tabla VI. 11. Seguimiento de las acciones de Rescate de Flora. 33
Tabla VI. 12. Seguimiento de las acciones de reforestación 34
Tabla VI. 13. Seguimiento de las obras de restauración de suelos 34
Tabla VI. 14. Seguimiento y control de las medidas generales. 35
Tabla VI. 15. Costos de referencia para compensación ambiental 37
Tabla VI. 16 Costo de la planta 37
Tabla VI. 17. Salario Mínimo. 37
Tabla VI. 18.Número de plantas por hectárea. 38
Tabla VI. 19. Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento 38
Tabla VI. 20. Información para montos de fianzas 40

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE 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:

- Evitar el impacto total, al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
- Minimizar los impactos, al limitar la magnitud del proyecto.
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
- Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

Las medidas de mitigación se clasifican de la siguiente forma, mostrando el grado en que será abatido cada impacto adverso:

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.

Las medidas de mitigación para el proyecto se presentan en la siguiente tabla:

Tabla VI. 1. Medidas de Mitigación para los impactos generados por las actividades del Proyecto.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN A LOS IMPACTOS GENERADOS
Cortes de los lomeríos	1. Delimitar estrictamente la superficie a afectar para los cortes, sobre todo en los lomeríos, donde el riesgo de movimientos y caídas de materiales requiere la incorporación de medidas de ingeniería para evitar desprendimientos de rocas que puedan afectar la seguridad de los usuarios. 2. Evitar la caída de materiales, principalmente finos, al cauce de los cuerpos de agua presente, ya que pudiera incrementar temporalmente los sólidos suspendidos y provocar la alteración de la dinámica hidrológica. En caso de ocurrir la caída se debe proceder a su inmediato retiro. 3. Asegurar el transito libre y seguro de los pobladores locales, ante la presencia de maquinaria y equipo pesado, incluyendo el movimiento de tierras, por lo cual se debe establecer una vigilancia de la presencia de personal ajeno a la obra durante los días de trabajo e incluir señalamientos suficientes en días de descanso, siendo más cuidadoso durante la noche. 4. Utilizar los materiales geológicos removidos de los cortes, para la construcción de plataformas y terracerías, obteniendo dos efectos benéficos, el primero es aprovechar los materiales de los cortes sin necesidad de transportarlos fuera de la zona de obra y por el otro, minimizar los efectos negativos, al requerir menores volúmenes de material, en los bancos existentes. En su defecto estos materiales pueden ser utilizados como material para la rehabilitación de sitios degradados, arropar cunetas o para estabilizar y recubrir la zona con inestabilidad evidente. 5. Utilizar el material edáfico despalmado y mezclarlo con residuos vegetales triturados para ser utilizados como un sustrato fértil para posibles acciones de reforestación. 6. Asegurar la estabilidad de los cortes y taludes, garantizando que no habrá deslizamientos de material ni caída de rocas que puedan alterar la integridad mecánica de la ladera, sobre todo en los lomeríos que puedan presentar una fuerte pendiente. 7. Proteger los taludes y sus bordes, preferentemente con vegetación natural, realizando varias acciones de revegetación y proteger a los taludes conformados; en caso extremo repellados para asegurar la estabilidad mecánica de los cortes. 8. 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 ahuyentamiento 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. 9. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores que participen en el proyecto, con sanciones estrictas a su incumplimiento. La empresa constructora puede elaborar un catálogo de fauna y difundirlo entre el personal trabajador, población local y visitantes, para reconocer las especies presentes y cómo actuar en caso de encontrar alguna de ellas. 10. Solicitar a la empresa constructora que otorgue y compruebe la capacitación ambiental permanente y periódica en materia de conservación y protección a los recursos bióticos, a todo el personal integrado a las actividades del proyecto. 11. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compra-venta, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. 12. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. 13. 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.

	14. 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. 15. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
Terracerías.	1. Humedecer las áreas que se abran para las terracerías. 2. Se intensifica el ahuyentamiento de la fauna, destacando las poblaciones de lento desplazamiento, como reptiles y quelonios. 3. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo pesado, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo. 4. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de transporte de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 5. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación, quienes primero debieron de haber recibido la capacitación ambiental en materia de protección de los recursos bióticos existentes. 6. Permitir y favorecer durante todo el tiempo de obra y de forma permanente, el ahuyentamiento de la fauna, evitando su captura y muerte. 7. Retirar todo el escombro y residuos de materiales de construcción del sito, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra. 8. Evitar la acumulación innecesaria de materiales en la cercanía de cauces hidrológicos, procediendo a su retiro, evitando la caída incidental en los cuerpos de agua. 9. Mejorar las condiciones de drenaje superficial integrando drenajes y alcantarillas en los cruces con las líneas de escorrentía, para evitar las posibilidades de producir el potencial “efecto dique” a lo largo de las zonas planas de la trayectoria del Proyecto, así como evitar que se produzcan condiciones que pueden obstaculizar la movilidad de los organismos de la fauna silvestre de lento desplazamiento, como los reptiles, e incluso a los mamíferos. 10. 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. 11. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición directa de los residuos al cauce de arroyos intermitentes o en terrenos baldíos, responsabilizando a la empresa arrendadora a su adecuada disposición final.
Construcción de Terraplenes.	1. Delimitar estrictamente la superficie a afectar para la construcción de los terraplenes, considerando que en los lomeríos moderados, existe el riesgo de movimientos y caídas de materiales, lo cual requiere la incorporación de medidas de ingeniería para evitar desprendimientos de rocas que puedan afectar la seguridad de los usuarios. 2. Asegurar la estabilidad de los terraplenes, evitando deslizamientos de material que puedan alterar la integridad mecánica aguas debajo de los taludes del terraplén. 3. Realizar durante la época de sequía la construcción de terraplenes y plataformas. 4. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente. 5. Proteger el derecho de vía con la incorporación de un sustrato fértil y semillas de gramíneas. 6. Establecer controles y límites máximos de velocidad en el trazo de la carretera, sobre todo en la zona urbana, para atender los nodos conflictivos. 7. Integrar suficientes fantasmas, vallas de contención, señalamientos informativos y preventivos en toda la trayectoria del Proyecto. 8. Integrar señalamientos y reductores de velocidad para evitar las posibilidades de accidentes y colisiones vehiculares con el cruce de carretera existente, debido a la potencial afluencia vehicular que habrá de circular por el trayecto del Proyecto. 9. Retirar todo el escombro y residuos de materiales de construcción del sito, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra.

	10. Incluir vegetación de gramíneas y especies locales en los taludes de los terraplenes a lo largo del derecho de vía. 11. 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. 12. Evitar las caídas y deslizamientos de materiales ladera abajo, que puede incidir en la obras y de manera especial en el cauce de arroyos intermitentes, e incrementar temporalmente los sólidos en suspensión, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental. 13. Incluir obras de drenaje y subdrenaje que puedan servir como cruce de la fauna silvestre y evitar la creación de una barrera física que pudiera modificará el drenaje superficial, o fungir como barrera a la fauna silvestre. 14. 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. 15. Durante la temporada de sequía o cuando se genere una gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo. 16. 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. 17. Establecer límites de velocidad a vehículos pesados, sobre todo en la cercanía de las Zonas Urbanas. 18. 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. 19. Se debe contar con un programa de manejo integral de estos residuos especiales, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente. 20. Integrar medidas adicionales como incluye el encauzamiento y revestimiento de la línea principal de drenaje de las corrientes intermitentes, garantizando una buena dinámica hidrológica. 21. La empresa constructora debe contar con un programa de manejo de residuos domésticos, integrado al programa integral de residuos, con bitácora, donde se especifique el lugar de almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final. Lo anterior debe incluir la colocación de contenedores en el sitio de obra y su transporte y conducción al relleno municipal. Asimismo debe indicar si se realizarán acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad. 22. La empresa constructora debe contar con su registro como generador de residuos peligrosos, así como un programa de manejo de residuos peligrosos, bitácora autorizada y registrada ante la SEMARNAT, sitio de almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada que dará disposición final de los residuos peligrosos. 23. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición directa de los residuos al cauce de los arroyos intermitente ubicados en el SAR.
Obras de drenaje y subdrenaje.	1. Evitar la modificación el patrón normal de escorrentía, que puede provocar una serie de cambios en la dinámica hidrológica (“efecto dique”) y afectaciones por procesos de inundación en terrenos adyacentes. 2. Integrar en las obras de drenaje y subdrenaje cruces de la fauna, con un cubierta de gramíneas en los bordes y taludes del drenaje, conformando un estrato herbáceo que proteja a la fauna menor de sus depredadores. 3. En terrenos donde haya escurrimientos intermitentes, se debe integrar un drenaje eficaz de conducción del agua superficial y su escorrentía. 4. Acondicionar las obras de drenaje como pasos de fauna y sean de uso mixto.
Plantas de asfalto.	1. Utilizar solamente el área requerida 2. Contar y aplicar un programa integral de residuos, tanto domésticos como peligrosos y de manejo especial. 3. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes.

	4. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compra-venta, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. 5. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. 6. 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. 7. 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. 8. Escarificar los terrenos que serán utilizados, para favorecer el retorno de la cubierta vegetal. 9. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
Despalme del suelo.	1. Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo natural removido, principalmente el que proviene de las zonas agrícolas y planicies, para ser mezclado posteriormente con residuos vegetales y reutilizado en actividades de rehabilitación ambiental, áreas verdes o revegetación. Es necesario remarcar que dentro del suelo se encuentran semillas en estado de latencia y microorganismos, que lo convierten en un excelente banco de germoplasma. 2. 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. 3. 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. 4. 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. 5. Evitar la caída de materiales al cauce de arroyos intermitentes, estableciendo un distanciamiento o una barrera física, de protección entre el área de trabajo y la zona del cauce. 6. 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 cauce de arroyos intermitentes o en terrenos baldíos, responsabilizando a la empresa arrendadora a su adecuada disposición final. 7. Promover el almacenamiento del suelo para contar con un banco de germoplasma (semillas inertes) que serán utilizadas en la futura integración en áreas que requieran su rehabilitación o revegetación.
Desmonte de la vegetación y manejo de los restos vegetales.	1. Establecer un programa para la recuperación de material vegetativo y germoplasma de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, considerando las especies aprovechadas por la fauna silvestre y de interés especial. 2. Diseñar un programa de protección y propagación de especies vegetales para la protección y mejoramiento de hábitat a lo largo de la trayectoria del Proyecto, que incluya su reproducción y establecimiento en campo, para compensar el derribo o movimiento de vegetación y los cortes, donde se puede integrar organismos de la vegetación local. 3. 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. 4. 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. 5. 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. 6. Realizar el troceo de especies suculentas y arbustos en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico derivado del despalme e incorporar esta mezcla en zona de interés, como áreas

	verdes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental, por ejemplo taludes y derechos de vía habilitados para el desarrollo del proyecto, sin que obstaculicen las acciones de operación y mantenimiento proyectadas. 7. Evitar la quema de residuos vegetales o residuos domésticos en la zona de trabajo o en la cercanía. 8. Compensar la vegetación que haya sido eliminada integrando nuevos individuos en otros sitios, como áreas verdes, sitios con signos de deterioro, incluso ubicados fuera de la trayectoria del trazo o zona de obra, o en áreas que se encuentren en proceso de recuperación ecológica, 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. 9. 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. 10. 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. 11. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, al menos uno por cada 20 trabajadores, garantizando el manejo adecuado de los residuos.
Acarreos	1. Programar los acarreos en horarios diurnos 2. Asegurar que la maquinaria este en perfectas condiciones de uso. 3. en el caso de transporte de materiales que puedan esparcirse cubrir los camiones con una manta. 4. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente. 5. Establecer controles y límites máximos de velocidad en el trazo de la carretera, sobre todo en la zona urbana, para atender los nodos conflictivos. 6. Integrar suficientes fantasmas, vallas de contención, señalamientos informativos y preventivos en toda la trayectoria del Proyecto. 7. Integrar señalamientos y reductores de velocidad para evitar las posibilidades de accidentes y colisiones vehiculares con el cruce de carretera existente, debido a la potencial afluencia vehicular que habrá de circular por el trayecto del Proyecto. 8. 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. 9. 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. 10. 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. 11. Establecer límites de velocidad a vehículos pesados, sobre todo en la cercanía de las Zonas habitadas. 12. 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. 13. Se debe contar con un programa de manejo integral de estos residuos especiales, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente.
Colocación de base y subbase.	1. Programar estas actividades durante la temporada de estiaje, para evitar las avenidas de agua que obstaculizarían y pueden poner en riesgo a los trabajadores y el desarrollo de la obra. 2. Evitar la caída de materiales al cauce de las corrientes hidrológicas, ya que pudiera provocar taponamientos y alteraciones de la dinámica hidrológica. 3. Realizar los trabajos, asegurando el tráfico libre y seguro de la población y visitantes que tienen la necesidad de cruzar la zona de obra, incluyendo vigilancia en días de trabajo y señalamientos suficientes en días de descanso, reforzadas con señalamientos luminosos durante la noche.

	4. Es importante asegurar la estabilidad de los taludes de la base y sub base evitando deslizamientos de material, sobre todo en aquellos sitios donde puedan ingresar materiales a los cauces hidrológicos. 5. Evitar el "efecto dique" de la base y sub base, que pudiera provocar zonas de inundación estacional o afectar el drenaje superficial. Se debe integrar líneas de drenajes en las zonas bajas y adyacentes de la base y sub base, para evitar erosión y socavaciones de sus bases y líneas de escorrentía y simultáneamente garantizar el escurrimiento y dinámica hidrológica superficial. 6. Proteger los taludes preferentemente con vegetación natural, principalmente especies agresivas colonizadoras, como las gramíneas. 7. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el promover el ahuyentamiento de la fauna y la reubicación de nidos y madrigueras. 8. Establecer prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones, por parte de los trabajadores, que afecten a la fauna silvestre y vegetación. 9. La empresa constructora debe otorgar y comprobar la capacitación ambiental permanente y periódica al personal integrado en todas estas actividades. 10. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. 11. Integrar medidas adicionales durante la temporada de lluvias, para evitar las afectaciones potenciales de ocasionales escorrentías torrenciales extremas sobre el gasto de arroyos intermitentes, incluyendo el conocimiento de los gastos máximos de las avenidas máximas de los arroyos intermitentes. 12. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra. 13. Si las actividades se realizan durante la temporada de sequía o se propicie la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar las áreas de trabajo. 14. Los residuos de asfalto, lubricantes y aceite, pueden ser reutilizados dentro del mismo asfalto requerido. En caso de que no sea posible su reutilización, deben incorporarse al programa integral de residuos peligrosos. 15. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente, como el uso de fuego para eliminar la vegetación, eliminar residuos domésticos o la cocción o calentamiento de alimentos. 16. Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo. 17. Desarrollar un programa de manejo de residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada. 18. Lo anterior incluye contar con su registro de generador de residuos peligrosos de la empresa constructora ante la SEMARNAT, así como contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo. 19. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores, garantizando la disposición adecuada de los residuos generados.
Compactación.	1. Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. 2. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 3. Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo. 4. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación por parte de los operadores. 5. Al término de la obra, restituir las características originales de los caminos utilizados, para regresar a sus usos originales; en caso de accesos provisionales que sean

	demandados por la población local, darle un mantenimiento final y dejar la conservación a los usuarios. 6. 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. 7. 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. 8. Previo a la temporada de lluvias, dar mantenimiento preventivo a los caminos de acceso existentes, para evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación ocasionada por corrientes hidrológicas superficiales temporales. 9. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
Manejo y disposición de residuos de obra.	1. Contar y aplicar un programa integral de residuos, tanto domésticos como peligrosos y de manejo especial. 2. Contar con sitios específicos para el depósito temporal de los residuos. 3. Contar con los contratos para la disposición de todo tipo de residuos 4. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes. 5. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compra-venta, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. 6. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. 7. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. 8. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra.
Mantenimiento Mayor	1. Contar y aplicar un programa de mantenimiento mayor. 2. Asegurarse que la maquinaria utilizada esté en condiciones óptimas. 3. Evitar la caída de materiales al cauce de las corrientes hidrológicas, ya que pudiera provocar taponamientos y alteraciones de la dinámica hidrológica. 4. Realizar los trabajos, asegurando el tráfico libre y seguro de la población y visitantes que tienen la necesidad de cruzar la zona de obra, incluyendo vigilancia en días de trabajo y señalamientos suficientes en días de descanso, reforzadas con señalamientos luminosos durante la noche. 5. 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 6. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes. 7. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compra-venta, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. 8. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. 9. 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. 10. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
Mantenimiento rutinario.	1. Contar y aplicar un programa de mantenimiento. 2. Asegurarse que la maquinaria utilizada esté en condiciones óptimas. 3. Evitar la caída de materiales al cauce de las corrientes hidrológicas, ya que pudiera provocar taponamientos y alteraciones de la dinámica hidrológica.

	4. Realizar los trabajos, asegurando el tráfico libre y seguro de la población y visitantes que tienen la necesidad de cruzar la zona de obra, incluyendo vigilancia en días de trabajo y señalamientos suficientes en días de descanso, reforzadas con señalamientos luminosos durante la noche. 5. 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. 6. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes. 7. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compra-venta, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. 8. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. 9. 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. 10. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
Tránsito vehicular	1. Mantener en óptimas condiciones el trazo carretero 2. Mantener en óptimas condiciones la señalización en la carretera 3. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.
Preparación de los cruces de caminos y carretera.	1. Proteger el derecho de vía con la incorporación de un sustrato fértil y semillas de gramíneas. 2. Integrar señalamientos y reductores de velocidad para evitar las posibilidades de accidentes y colisiones vehiculares con el cruce de carretera existente, debido a la potencial afluencia vehicular que habrá de circula por el Proyecto. 3. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna y reubicación de sus madrigueras o nidos. 4. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre y vegetación existente. 5. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 20 trabajadores.

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022.

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 identificados.

- **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 precauciones para evitar derrames o escurrimientos de materiales, donde destaca asignar un lugar específico y adecuado (con base de cemento u otro material impermeable y resistente) para cambios de aceite y/o carga de combustible, así como efectuar el mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos en talleres especializados fuera del área del proyecto. Asimismo, debe tener cobertizos para el almacén temporal de residuos domésticos, con recipientes separados de orgánicos e inorgánicos, derivados por la presencia de trabajadores en la zona. Los residuos domésticos deben ser conducidos 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 áreas de predios aledaños, para

evitar 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 nuevos 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, deben ser guardianes de la conservación 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 diferentes ámbitos del proyecto.

Adicionalmente a las medidas antes enlistadas el proyecto deberá de contemplar la realización de los siguientes programas: Los programas que a continuación se enlistan se deberán de adecuar y presentar como medidas de mitigación para que se han evaluados por la SEMARNAT, los cuales contendrán los criterios, metodologías y procedimientos, para la correcta ejecución de las acciones necesarias. -

- Programa de rescate y reubicación de flora.
- Programa de rescate y reubicación de fauna y propuestas para paso de fauna.
- Programa de reforestación y/o restauración ecológica.
- Programa de conservación de suelos.
- Plan de manejo y monitoreo ambiental que incluya las medidas de mitigación contenidas en la MIA-R, Términos y Condicionantes y los programas anteriores.
- Estudio Técnico Económico para la valoración del monto de la garantía, de acuerdo con los Artículos 51 y 52 del reglamento en materia de la Evaluación del Impacto Ambiental de la LGEEPA.
- Programa de Residuos.

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.

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. 2. 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 ser extraída, 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: CANAN INGENIERIA, 2022.

Tabla VI. 3. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
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 SEAMARNAT	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., deberán ser depositados en los	Duración: Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio

	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: CANAN INGENIERIA, 2022.

Tabla VI. 4. 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-2006, 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
Reducción	Establecer un programa permanente de recolección de desechos sólidos dentro del derecho de vía	Duración: operación del proyecto Recursos: de acuerdo con el organismo operador del camino Responsable: organismo operador del camino

FUENTE: CANAN INGENIERIA, 2022.

Tabla VI. 5. 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: CANAN INGENIERIA, 2022

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. 6. Agrupación de las medidas de mitigación, por tipo de impacto ambiental para el Proyecto.

IMPACTO A CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Contaminación o afectaciones de corrientes hidrológicas.	Programa de manejo integral de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Uso de sanitarios portátiles con disposición adecuada de los residuos generados.	Preventiva	Preparación del sitio	Final de la Construcción
	Incorporación de mejoras al drenaje de las corrientes hidrológicas.	Mitigación	Preparación de terraplenes	Previo al inicio de operación.
	Recuperación de materiales caídos incidentalmente al interior del cauce.	Correctiva	Preparación de terraplenes	Final de la construcción
	Reforestación con vegetación en márgenes de arroyos intermitentes y en corrientes hidrológicas con posibilidades de erosión.	Compensación	Previo a la operación del proyecto.	Operación y mantenimiento.
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 y germoplasma proveniente de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, considerando las especies aprovechadas por la fauna silvestre y de interés especial.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción

	La empresa constructora debe propiciar la reproducción y establecimiento de nuevos individuos vegetales para la protección y mejoramiento de hábitat, taludes de cortes, 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 poblaciones de la fauna silvestre	Permitir y facilitar el movimiento de la fauna silvestre existente en toda la trayectoria del proyecto, sobre todo las aves, así como especies de lento desplazamiento.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos.	Preventiva	Preparación del sitio	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 compra-venta 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 a su interior.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo natural removido para después ser mezclado con residuos vegetales, funcionando como un excelente banco de germoplasma y ser utilizado en la rehabilitación ambiental, áreas verdes, revegetación y o en la rehabilitación de zonas de interés ecológico.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Previo a la temporada de lluvias, dar mantenimiento preventivo al acceso de la zona de trabajo, para evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación por la corriente hidrológica.	Preventiva	Construcción	Operación y Mantenimiento

Evitar movimientos e inestabilidad de los taludes	Establecer vigilancia y monitoreo en sitios que muestres probabilidades de movimientos y caídas de materiales	Preventiva	Construcción	Operación y Mantenimiento
	Integrar muros de contención, suavizar la pendiente, presas de gaviones en los lomeríos de la trayectoria donde pueda deslizarse el material o caída de rocas, con una moderada consolidación.	Preventiva	Construcción	Construcción
	Proteger los taludes con repellado y vegetación natural, de especies colonizadoras locales y gramíneas, que se pueden inducir localmente alrededor de la zona de obra.	Mitigación	Construcción	Operación y Mantenimiento
Afectaciones a las condiciones hidrológicas.	Utilizar el material despalmado como base del terraplén para los terrenos cercanos a los cauces hidrológicos.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	Evitar la caída de materiales al cauce, mediante un distanciamiento o una barrera de protección entre el área de trabajo y la zona del cauce.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Evitar la caída de materiales al cauce, en caso de una caída incidental, retirarlos inmediatamente para restablecer la dinámica hidrológica.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	Realizar la excavación y actividades asociadas a la construcción, durante la época de sequía.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Generación de residuos domésticos, sobrantes de obra y escombros.	Retirar todos los materiales sobrantes de la obra, escombros y residuos, para favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación en la zona de obra.	Correctiva	Construcción	Construcción
	La empresa constructora debe contar con un programa de manejo de residuos domésticos, con bitácora, almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final; debe indicar la existencia de acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Generación de residuos peligrosos derivados por las acciones de mantenimiento preventivo 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 la temporada de sequía se habrán de generar gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo, con agua tratada.	Mitigación	Preparación del sitio	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, principalmente en la Zona Urbana.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
Afectaciones a la calidad del aire por	La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento

la operación de los vehículos.	con la verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.			
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	Rehabilitación
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 conductores durante la construcción de la obra.	Asegurar el tráfico libre y seguro de los visitantes y conductores hacia todos los frentes o zonas de trabajo incluyendo vigilancia durante los días de trabajo y señalamientos diurnos y nocturnos, suficientes en días de descanso.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Posibles accidentes vehiculares, tráfico de maquinaria y equipo pesado.	La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Evitar accidentes por exceso de velocidad	Establecer controles y límites máximos de velocidad en el trazo 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: CANAN INGENIERIA, 2022.

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. 7. Características de las medidas de mitigación del proyecto.

OBJETIVO	ALCANCES	PROCEDIMIENTO	RECURSOS NECESARIOS	INDICADORES	PERIODICIDAD	REGISTRO DEL CUMPLIMIENTO
Compensar la eliminación de la vegetación eliminada en la trayectoria del proyecto.	100%	Recuperar organismos, material vegetativo, semillas y germoplasma 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, germoplasma vegetal 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 arroyos intermitentes 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 y en la cercanía de cuerpos de agua. Establecer acciones de protección a toda la fauna, mediante la elaboración de un catálogo de fauna y la capacitación ambiental a todos	Elaborar el catálogo de fauna silvestre o folletos informativos. Elaborar el Reglamento de trabajo del personal, en	Numero de organismos afectados. Numero de nidos y madrigueras reubicadas. Numero de catálogos o folletos publicados.	Semanalmente y un concentrado Mensual, durante todo el tiempo que dure el proyecto.	Informe mensual de las acciones realizadas

		los trabajadores que incidan en esta zona, con sanciones estrictas a su incumplimiento. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos. La empresa constructora debe establecer prohibiciones estrictas y sanciones a todos los trabajadores, para evitar la caza, captura y compra-venta y muerte de cualquier organismo de la fauna. Colocar señalamientos preventivos e información alusiva de la fauna silvestre, para su protección y su conocimiento.	materia de protección ambiental.	Número de señalamientos colocados.		
Mitigar el efecto del despalme y eliminación de los horizontes del suelo	80%	Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo removido para después ser mezclado con residuos vegetales y ser reutilizado en actividades de rehabilitación ambiental, áreas verdes o en zonas de revegetación. Es necesario destacar que el material edáfico contiene semillas en estado de latencia y microorganismos, que lo convierten en un importante banco de germoplasma, para después disponerla en sitios degradados o de interés para la conservación.	Transportación del suelo al sitio de almacén del suelo. Camiones de carga (los mismos que realizan el acarreo de material) Personal para mezclar la vegetación y suelo	Volumen de suelo recuperado y reutilizado	Solo durante las acciones de despalme	Informe de los volúmenes reutilizados de suelo (número de camiones obtenidos)
Proteger la calidad del agua de arroyos intermitentes.	80%	Realizar la excavación y actividades asociadas a la construcción en zonas cercanas a los arroyos intermitentes, durante la época de sequía, permitiendo un desarrollo de	Planeación de los trabajos.	Número de actividades programadas en cada cauce.	Previo al inicio de las actividades constructivas.	Planeación de las actividades a realizar.

		actividades de manera más expedita.				
		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. Volumen material recuperado del cauce
Reducir el riesgo de contaminación del agua y suelo por la generación de residuos	100%	Desarrollar un programa de manejo de residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada autorizada que dará disposición final de los residuos peligrosos.	Contenedores, sitios de almacenamiento temporal y personal para las actividades del programa.	Volumen de residuos manejados durante toda la obra.	Concentrado Mensual, a partir de reportes semanales.	Bitácoras. Contrato con empresa para el 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.	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.	Personal para el mantenimiento. Refacciones e insumos necesarios. Tramitar la verificación federal vehicular.			
		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
Evitar la inestabilidad de los materiales geológicos	90%	Estabilizar los cortes, taludes y terraplenes, con muros de concreto en zonas de fuerte pendiente o con materiales inestables.	Personal. Materiales de construcción Semillas de pasto. Germoplasma	Número de obras de protección realizadas Semillas y germoplasma utilizados	Mensual	Informe de las obras de protección realizadas.
		Establecer un programa de vigilancia y monitoreo de zonas inestables.				
		Proteger los taludes con vegetación natural, con especies endémicas colonizadoras y gramíneas.				
Concientizar a los trabajadores de la importancia de la protección ambiental	100%	La empresa constructora debe ofrecer capacitación ambiental a supervisores, operadores de maquinaria y equipo pesado, conductores de vehículos, previo al inicio de actividades.	Materiales para los cursos Instructor	Cursos ofrecidos Numero de personal capacitado Asistentes	Todo el tiempo que dure la obra	Materiales impresos, informes, pago a instructores y convenio realizado.
		Otorgar capacitación y educación ambiental a los pobladores				
Ofrecer condiciones de seguridad a la población	100%	Asegurar el tráfico libre y seguro de los pobladores y conductores a lo largo del trayecto del proyecto, durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto, con la inclusión y	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

		permanencia de personal de vigilancia del control de tráfico, movimiento vehicular y maquinaria e incorporar señalamientos visuales y luminosos suficientes.				
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: CANAN INGENIERIA, 2022.

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.

Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos por ejemplo clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología, etc.) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna terrestre y acuática) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente existente en un espacio y tiempo determinados. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos). Garantizar la integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre los componentes del Ecosistema. El proyecto se desarrolla en un ecosistema terrestre, esté fue delimitado y caracterizado antes del inicio del proyecto con el fin de monitorear los efectos potenciales generados por las actividades de construcción y operación sobre los componentes abióticos y bióticos de cada ecosistema, así como para evaluar los efectos de la aplicación de las medidas de mitigación y/o compensación. Una vez realizada la integración de las medidas de mitigación y compensación del Proyecto, éstas se incluyeron en Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental de acuerdo con la identificación y evaluación de impactos ambientales y las medidas de mitigación y/o compensación.

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. Algunos de las Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental darán cumplimiento directo a determinadas problemáticas, tal es el caso de las acciones de Rescate y Reubicación de Flora, acciones Protección de Fauna Silvestre, Acciones de restauración de áreas forestales ocupadas o afectadas temporalmente, obras de restauración de suelo y acciones de Reforestación. En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte mensual: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- Memoria fotográfica: El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- Reporte final: Este se deberá elaborar en manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, del seguimiento, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el rescate y reubicación de flora.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de 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. 8. Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades).

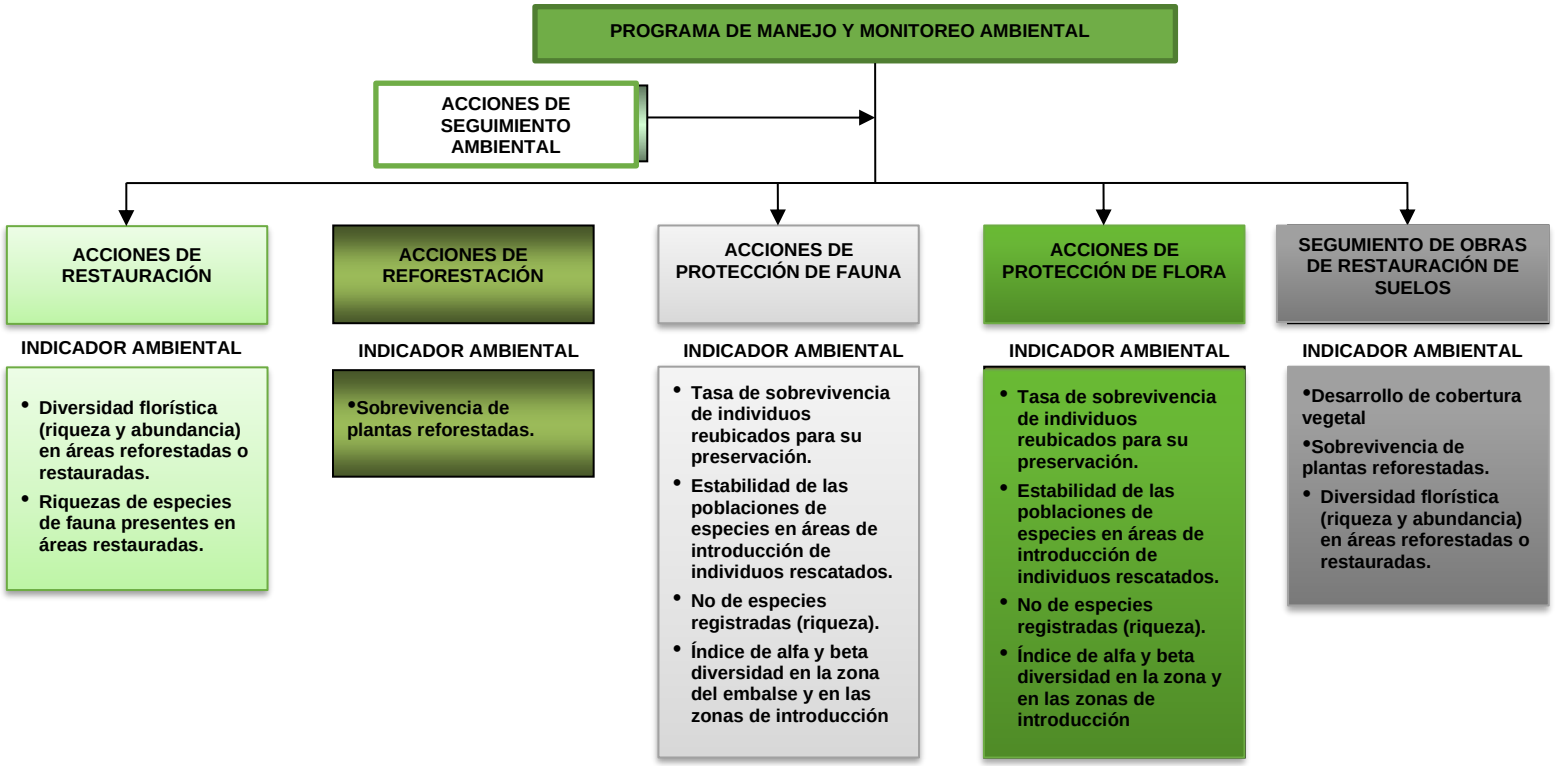
PERIODOS DE ACUERDO CON LAS ETAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	TRAMITES PREVIOS			PREP. DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN						LIMPIEZA GRAL.		OPER Y MTTO	
ECOLOGÍA																
Realizar el rescate y reubicación			■	■												
Prohibir extracción de flora silvestre 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 ser utilizadas como pasos para herpetofauna								■								
Monitoreo y rescate de herpetofauna			■	■												
CONT. AMBIENTAL																
Prohibir realizar cualquier tipo de actividad durante la noche				■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Utilizar iluminación localizada para áreas de instalaciones temporales						■										
Programación de las actividades evitando la temporada de lluvia	■	■	■													
Instalación de sanitarios portátiles						■										
Almacén de material de despalme en áreas adecuadas					■											
Limitar la circulación de vehículos a 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 cía															■	■
ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO																
Contratar trabajadores de las poblaciones cercanas	■	■	■													

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	
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: CANAN INGENIERIA, 202.

En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental

Imagen VI. 1 Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental.



A continuación se describe cada uno de los Programas de Seguimiento de Calidad Ambiental.

PROGRAMA DE RESTAURACIÓN.

Acciones por ejecutar, así como de los indicadores determinados para el seguimiento y evaluación de las acciones realizadas. El desarrollo del proyecto requiere de una cantidad de personal, materiales y equipo que serán ocupados para su construcción, además de áreas provisionales para la ubicación de oficinas, campamentos, caminos de acceso y una zona para el manejo de agregados (estacionamiento y talleres de mantenimiento para maquinaria pesada, vehículos y equipo), de aquí la necesidad de habilitar espacios para instalaciones y áreas operativas, donde desarrollar las actividades propias de toda obra de gran envergadura. Lo anterior da motivo a la remoción temporal de vegetación natural, que se verá ocupada de manera permanente y que conforme avance la obra y se desocupen los márgenes del trazo, serán objeto de labores de restauración, a efecto de restituir los bienes y servicios ambientales que proveía la masa forestal original, y evitar la ocupación o el cambio ilegal del uso del suelo.

Objetivos.

Compensar el impacto ocasionado por el desmonte de la vegetación presente en el área del proyecto

Metodología.

Para proceder a la elaboración del Acciones de Restauración, previamente se realizó visita de verificación en el área afectada en la zona de construcción, con el propósito de poder determinar la composición florística del sitio, además de evaluar si en su caso, sería necesario realizar obra de rehabilitación o recuperación ecológica, de áreas contiguas que presentarán *per se*, impactos degradantes que pudiesen afectar las obras desarrolladas para restituir la vegetación natural de los terrenos forestales afectados. La metodología empleada para caracterizar la composición florística de la zona, consistió en el registro de campo de las especies encontradas a lo largo del trazo. Se considero el estrato arbóreo, estrato arbustivo en una distancia de 12 metros del eje. Se realizó colecta de material botánico, el cual fue cotejado e identificado en el herbario de la Universidad Autónoma Metropolitana-I. Finalmente se determinó la composición de la diversidad florística, a efecto de definir la proporción de individuos y especies que serán utilizadas por unidad de superficie (ha).

Identificación de área a restaurar.

No se requiere la apertura de caminos provisionales, para acceder a los distintos macizos de vegetación forestal que habrán de ser removidos. Lo anterior se explica, en virtud de que actualmente toda la trayectoria del proyecto se realiza sobre la misma vialidad sin que se realice ningún tipo de modificación o adecuación, que llevan sin problema hacia los diversos polígonos de terrenos forestales, por lo que no habrá necesidad de abrir, ni restaurar caminos, respecto al tránsito y desplazamiento de equipo y maquinaria pesada.

Actividades de restauración.

Se deberá vigilar el cumplimiento y desarrollo de las obras indicadas para rehabilitar las zonas impactadas con la remoción total de la cubierta vegetal original fueron las siguientes:

- Restauración de terrenos.
- Repoblamiento forestal multiespecífico (Reforestación).
- Construcción de terrazas de seto o cerco vivo.
- Acomodo de material vegetal muerto.
- Estabilización de la base de taludes para evitar erosión hídrica o eólica.
- Diseminación de semillas de especies herbáceas nativas.

De igual forma deberán ser registrados los resultados mediante:

- Indicadores de Calidad Ambiental.
- Monitoreo de Indicadores.
- Muestreo del arbolado o arbustos.

Los sitios de evaluación podrán tomarse de forma circular, de 100 m^2 con un radio de 5.64 m, los que se distribuirán de manera sistemática por toda la superficie de restauración, para esto, se sigue la siguiente metodología:

- Delimitar el polígono de la zona restaurada en una carta topográfica.
- Sobreponer una malla de líneas, en forma de cuadricula sobre la zona.
- Ubicar los sitios de muestreo en las intersecciones de las líneas, es decir, en los vértices de los cuadros.
- Anotar las coordenadas UTM de cada sitio para su localización en campo.
- Hacer el conteo de arbolado vivo en cada sitio de muestreo.

Finalmente se hace la evaluación final para cada zona restaurada para conocer el % de sobrevivencia obtenido.

Seguimiento (periodicidad).

A continuación se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento de las acciones.

Tabla VI. 9. Seguimiento de las acciones de Restauración.

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cuantitativo y Cualitativo	1 año

Se elaborarán los reportes de acuerdo a la tabla anterior y se entregarán reportes semestrales.

PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE FAUNA

Para efectuar el rescate y reubicación de fauna silvestre, en principio se aplicarán técnicas propuestas por Hawthorne (1987), denominadas de amedrentamiento y de modificación al hábitat, buscando con ello, que las especies de aves y las de mamíferos voladores y de hábitos cursoriales, se desplacen o ahuyenten, y en caso de especies de lento desplazamiento, principalmente aquellas que se encuentre bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de especies endémicas, se emplearan técnicas seguras para la recolección de éstos, tanto para los organismos, como para el personal encargado; utilizando para ello, métodos convencionales, tales como: captura manual para lagartijas, ganchos herpetológicos para el caso de serpientes, y finalmente trampas Sherman y Tomahawk para mamíferos de pequeña y mediana talla; una vez capturados los individuos, se procederá a su reubicación en áreas aledañas al área del rescate.

Objetivos.

- Elaboración y Ejecución de las acciones de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, que durante las actividades de construcción de proyecto sea localizada y pudiera ser afectada, con énfasis en las especies consideradas de lento desplazamiento o incluidas en algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de especies endémicas o de distribución restringida.
- Recurrir a técnicas de captura y manejo que eviten el daño y/o estrés de los organismos.
- Efectuar la captura y reubicación en sitios que presenten condiciones ambientales similares a los lugares que habitaron originalmente.

Metodología.

Se verificara la realización de las acciones de protección y rescate de fauna se llevarán a cabo en terrenos que serán ocupados por el proyecto. Deberá corroborarse que se realice con forme a los criterios designados para elegir las especies sujetas de rescate y reubicación que son: Capacidad de desplazamiento -lento movimiento en anfibios y reptiles, hábitat estable en mamíferos pequeños-; Estar incluidos en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010; y especímenes de interés ecológico -cadena trófica, dispersores de semillas e indicadores de salud ambiental del ecosistema-. Así mismo y para garantizar la salvaguarda de organismos con mayor movilidad -aves, mamíferos voladores y mamíferos de hábitos cursoriales-, se aplicarán técnicas de amedrentamiento y modificación del hábitat, con el propósito de ahuyentar e inducir la migración de la fauna silvestre, hacia áreas aledañas con vegetación similar a la de su medio ambiente original. Las técnicas empleadas serán captura manual para lagartijas y ganchos herpetológicos para serpientes, además de trampas Sherman y Tomahawk para mamíferos de pequeña y mediana talla. El método de amedrentamiento consistirá en la generación de diferentes frecuencias de ruido a distintas horas del día, acompañado de modificaciones al hábitat, lo cual implica reducir la cobertura vegetal -poda de ramas, supresión de herbáceas y/o arbustos, para alterar sitios de reposo, alimentación, anidamiento o madrigueras, con el objeto de hacer menos amigable y poco atractivo el terreno para muchos mamíferos y aves. Los áreas de reubicación y liberación sugeridas son en primer término, son lugares cercanos al sitio de captura -sobre todo para especies endémicas-, con la intención de evitar periodos largos de confinamiento y estrés en los organismos, y en segundo lugar, podrán trasladarse a regiones que presenten las mismas condiciones del sitio de captura. En ambos casos, se recomienda elegir sitios con condiciones similares de vegetación, altitud y microhábitat, además de procurar evitar en la medida de lo posible que se rebase la capacidad de carga del ecosistema.

Se deberá realizar la evaluación mediante Indicadores de Calidad Ambiental. Los indicadores de éxito especificados para este caso, básicamente están referidos a evaluar la correcta ejecución de las técnicas de captura, transporte y liberación, así como de las de amedrentamiento y modificación del hábitat, de tal manera que se garantice la menor pérdida posible de organismos establecidos en las hectáreas ya mencionadas que serán afectadas por el trazo del proyecto.

Seguimiento (periodicidad).

A continuación se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento al Programa.

Tabla VI. 10. Seguimiento de las acciones de Protección de Fauna.

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cualitativo	1 año

Se elaborarán los reportes de acuerdo a la tabla anterior y se entregarán reportes semestrales.

ACCIONES DE RESCATE DE FLORA

Dentro del proyecto no existen especies presentes en la categoría NOM-059-SEMARNAT-2010. Se recomienda realizar rescate de aquellas especies que tiene alto valor biológico-ecológico y comercial; por otra parte, en México los propios lugareños colectan las especies para sus casas como plantas ornamentales, medicinales y maderables.

Objetivos.
Verificar el cumplimiento de las acciones para la Elaboración y Ejecución de un Programa de Rescate de Flora, que durante las actividades de la construcción del proyecto sea localizada y pudiera ser afectada. Se verificará que las metodologías propuestas se desarrollen de manera adecuada. Así mismo se especifica que la altura de los árboles o arbustos no debe sobrepasar los 1.50 metros.

En el desarrollo de las acciones deberán verificarse los indicadores de seguimiento plateados para obtener el éxito en el desempeño de las acciones son: Lograr la sobrevivencia de una proporción no menor al 80% de los ejemplares rescatados, bien sea que se depositen en vivero o que se destinen a trasplante directo; Otro es garantizar que se podrá mantener la sobrevivencia de especies en la proporción inicial, relativa a conservar la mezcla inherente a la composición florística presente de manera natural, misma que incluye especies con estatus de protección y organismos clasificados como de importancia biológico-ecológica, a efecto de contribuir a conservar la biodiversidad y la preservación de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Finalmente se plantea como un último indicador de éxito realizar la colecta de germoplasma de todas las especies reportadas para la zona, en aras de certificar la autenticidad y la pureza varietal de todos los organismos existentes, de tal manera que se tenga mayor certeza respecto de la conservación de la biodiversidad vegetal original.

Seguimiento (periodicidad).
A continuación se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento a las acciones.

Tabla VI. 11. Seguimiento de las acciones de Rescate de Flora.

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cuantitativo y Cualitativo	1 año

Se elaborarán los reportes de acuerdo a la tabla anterior y se entregarán reportes semestrales.

ACCIONES DE REFORESTACIÓN.
Para ejecutar los trabajos de reforestación, básicamente se utilizarán los ejemplares procedentes del programa paralelo de rescate de flora, pero preferentemente individuos obtenidos de las áreas cercanas al trazo, que serán sujetas a remoción, para procurar se mantenga la estructura florística determinada en los muestreos. No obstante lo anterior, también se evalúa la opción de plantar en estos sitios, especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en aras de mantener los ejemplares rescatados, en un espacio que permita proporcionarles el mantenimiento que asegure la conservación de las especies con estatus de protección rescatadas.

Objetivos.
Realizar la reforestación multiespecifica.

Metodología.
Los trabajos de reforestación deberán ejecutarse en una superficie mínima a las afectadas, ya que es el área correspondiente a vegetación que se verá afectada, así como aquellas que sean destinadas a la ubicación temporal de oficinas, campamentos, botadero y la zona de manejo de agregados, donde básicamente se persigue restituir la composición florística del estrato arbóreo o arbustivo, debido a

que resulta prácticamente imposible recuperar de facto la función y la estructura de la vegetación original.

Reforestación multi-específica. El criterio tomado para definir la mezcla de especies, fue la proporción encontrada en los terrenos forestales en el trazo y colindantes al sitio de reforestación, aunado a la ponderación de especies existentes en el área que será ocupada por el trazo, con algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellos recursos botánicos de importancia biológico-económica.

Así mismo se especifica que la altura de los árboles o arbustos no debe sobrepasar los 1.50 metros. El diseño elegido para la reforestación es el sistema denominado "tres bolillo", con espaciamiento recomendable de 3.03 x 3.03 mts entre planta y planta. Las dimensiones de los arbustos o arboles se fijaron en una altura que oscila entre 1.00 y 1.50 metros.

Seguimiento (periodicidad).

A continuación se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento a las acciones.

Tabla VI. 12. Seguimiento de las acciones de reforestación

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cuantitativo y Cualitativo	1 año

Se elaborarán los reportes de acuerdo a la tabla anterior y se entregarán reportes semestrales.

OBRAS DE RESTAURACIÓN DE SUELOS.

Considerando que la principal cualidad del suelo en relación con el crecimiento de las plantas es su fertilidad, que es el resultado del conjunto de sus propiedades físicas, físico-químicas, químicas y biológicas, es de suma importancia mantener la calidad del suelo por lo que se debe procurar no solo la conservación de sus propiedades, sino que se debe de incluir su mejoramiento.

Objetivo.

- Verificación del cumplimiento de las Estrategias para el programa de Control de la Erosión del Suelo.
- Implementar las alternativas más adecuada para el control de erosión del suelo, mediante la construcción de obras como bermas, terrazas, mallas, etc. y reforestación.
- Aplicar las alternativas para la descompactación de suelo (ripper) y posterior desarrollo vegetal.
- Medidas para el Control de la Contaminación del Suelo mediante colocación de mantas, charolas.

Seguimiento (periodicidad).

A continuación se presenta la frecuencia, tipo y duración de los reportes que se elaborarán para dar seguimiento a las acciones.

Tabla VI. 13. Seguimiento de las obras de restauración de suelos

Reporte	Frecuencia	Tipo	Duración
Semestral	Cada 6 meses	Cuantitativo y Cualitativo	1 año
Mensual	Cada mes	Cuantitativo y Cualitativo	1 año

Se elaborarán los reportes de acuerdo a la tabla anterior y se entregarán reportes semestrales.

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. 14. 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	Bitácora Registro fotográfico de la actividad	Bitácora Registro fotográfico de la actividad

	MEDIDA	DOCUMENTO O IMPLEMENTACIÓN	SEGUIMIENTO
	de los residuos orgánicos, se deberá evitar el uso de pesticidas.		
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

VI.6 MONTOS PARA FIANZAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.

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 2014 en el DOF. El costo por este rubro se obtiene en base a la siguiente tabla.

Tabla VI. 15. Costos de referencia para compensación ambiental

Concepto	**Costo de referencia para compensación ambiental por ecosistema [monto ($) por hectárea]**				
Actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento	**Templada**	**Tropical**	**Árida y semiárida**	**Zona inundable o transición tierra mar (Humedales)**	
	26,508.95	18,363.30	14,002.23	**Manglares**	**Otros humedales**
				59.992.23	**188,556.75**

En el área del proyecto se cuenta solo con ecosistema Templado 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. 16 Costo de la planta

Ecosistema	Costo de planta
Templado frío	$55.00

II.- El precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga es de: $450.00 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. 17. Salario Mínimo.

Área geográfica	**Monto del salario mínimo/por jornal**
	$172.87

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 a la tabla:

Tabla VI. 18.Número de plantas por hectárea.

Ecosistema	(Número de plantas por hectárea)
Templado	1,260

II.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo la reforestaciones 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. 19. Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento

Costo planta	**$55.00**
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	**$172.87**
Precio de flete de planta, incluyendo carga y descarga	**$450.00**
Total por hectárea	**$**

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento = (65.00*1,260)+(19*172.87)+(25*450)+(70*172.87)+(28*172.87)+(7*172.87)= $114,566.88 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.

I.	TIPO DE ECOSISTEMA	PUNTOS
a.	Semiárido, trópico seco	1
b.	Humedales sin mangle, templado frío, excepto bosque mesófilo de montaña, trópico húmedo, excepto selva alta perennifolia	3
c.	Humedales con mangle, vegetación de galería, bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia	5
II.	**ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN**	
a.	Vegetación secundaria en proceso de degradación	1
b.	Vegetación secundaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	2
c.	Vegetación primaria en proceso de degradación	3
d.	Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	4
III.	**PRESENCIA DE ESPECIES DE FLORA O FAUNA SILVESTRE LISTADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-59-SEMARNAT-2001**	
a.	Sujetas a protección especial	1
b.	Amenazadas	2
c.	En peligro de extinción	3
* Si cualquiera de las especies presentes es endémica se suma un punto adicional		(+1)

IV.	**SERVICIOS AMBIENTALES ESTABLECIDOS EN LA LGDFS QUE SE AFECTAN**	
a.	Cuando se dejen de prestar hasta cuatro servicios ambientales	1
b.	Cuando se dejen de prestar más de cuatro servicios ambientales	2
V.	**PRESENCIA DEL PROYECTO EN ÁREAS DE CONSERVACIÓN**	
a.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) o Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's)	1
b.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de aprovechamiento restringido	2
c.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de conservación o protección	3
VI.	**CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD U OBRA**	
a.	Trazo lineal que no implique el confinamiento del área	1
b.	Trazo poligonal que no implique el confinamiento del área	2
c.	Trazo poligonal que implique el confinamiento del área	3
d.	Trazo lineal que implique el confinamiento del área	4
VII.	**AFECTACIÓN A LOS RECURSOS SUELO/VEGETACIÓN**	
a.	Afectación de la vegetación de manera temporal	1
b.	Afectación de la vegetación de manera permanente	2
c.	Afectación de la vegetación con sellamiento del suelo	3
VIII.	**BENEFICIO**	
a.	Ambiental	0
b.	Social	1
c.	Particular	2
	TOTAL	**11**

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 para compensar por hectárea en el proyecto es de 1:30. Derivado que en el SAR se tendrá una afectación de 10.83 ha. De uso de suelo forestal. El área total a compensar es de:

C= (11*0.22*10.83)= 26.20HA

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 a 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 a 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 $ 1,921,623.86 (Un Millón novecientos veintiún mil seiscientos veintitrés tres pesos 86/100 MXN); además, en la última columna se desglosa el costo por km.

Tabla VI. 20. Información para montos de fianzas

ACTIVIDADES	COSTO DE 10.83 KM (MXN)	COSTO POR KM (MXN)
Ejecución y Supervisión de las medidas de mitigación enlistadas en la MIA-R	$581,580.00	$55,813.82
Acciones para rescate y reubicación de flora	$388,473.07	$35,870.09
Acciones para monitoreo y reubicación de herpetofauna	$315,414.65	$29,124.16
Reparación de daños por la incorrecta ejecución de las medidas, programas y acciones ambientales	$636,156.14	$58,740.18
TOTAL	**$1,921,623.86**	

INDICE

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 3

VII.1 Metodología para la modelación de escenarios ambientales.....3

VII.2 Diagnostico ambiental 5

VII.2.1 Medio abiótico.....5
VII.2.2 Medio biótico.....9
VII.2.2 Medio Socioeconómico 12
VII.2.4 Diagnostico general de la calidad ambiental ..... **¡Error! Marcador no definido.**

VII.3 ESCENARIOS AMBIENTALES.....14

VII.3.1 Escenario tendencial sin la ejecución del proyecto 14
VII.3.2 Escenario tendencial con proyecto sin ejecutar medidas de mitigación.....20
VII.3.3 Escenario tendencial con proyecto ejecutando las medidas de mitigación 25

VII.4 Pronóstico Ambiental 29

VII.5 Evaluación de alternativas 31

VII.6. Conclusiones.....32

INDICE DE TABLAS

Tabla VII. 1 Formato matriz de impactos cruzados.....3
Tabla VII. 2 Descripción de los valores en la brecha ambiental 4
Tabla VII. 3 Descripción de los valores de ponderación para el componente suelo.....5
Tabla VII. 4 Descripción de los valores de ponderación para el componente hidrología. 7
Tabla VII. 5 Ponderación de la geomorfología. 8
Tabla VII. 6 Descripción de los valores de ponderación para el componente vegetación.....10
Tabla VII. 7 Descripción de los valores de ponderación para el componente fauna. 11
Tabla VII. 8 Descripción de los valores de ponderación para el componente socioeconómico 12
Tabla VII. 9 Calidad Ambiental de los atributos para el Sistema Ambiental Regional. 15
Tabla VII. 10 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la construcción del proyecto. 17
Tabla VII. 11 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto y sin la ejecución de las medidas de mitigación. 20
Tabla VII. 12 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto y con la ejecución de las medidas de mitigación.....25

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica VII. 1 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la construcción del proyecto. 18
Gráfica VII. 2 Brecha ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la construcción del proyecto.....19
Gráfica VII. 3 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto sin ejecutar medidas de mitigación.....21
Gráfica VII. 4 Brecha ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto sin implementar medidas de mitigación. 24
Gráfica VII. 5 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto con la ejecución de medidas de mitigación.....26
Gráfica VII. 6 Brecha ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto implementando las medidas de mitigación. 28

Imagen VII 1 Componemte Suelo.....6
Imagen VII 2 Componemte Hidrologico 8
Imagen VII 3 Componemte de la Geomorfología.....9
Imagen VII 4 Componente Vegetación.....10
Imagen VII 5 Componente Fauna 11
Imagen VII 6 Componente Antropogenico.....12

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En este capítulo se pretende realizar un análisis integral el cual nos permita proyectar los posibles escenarios futuros dentro del SAR y área del proyecto, considerando escenario tendencial sin proyecto, con proyecto sin medidas de mitigación y finalmente con proyecto ejecutando las medidas de mitigación.

VII.1 METODOLOGÍA PARA LA MODELACIÓN DE ESCENARIOS AMBIENTALES

Con base en la caracterización y diagnostico ambiental realizado para el proyecto (capítulo IV MIA R) y mediante la metodología matricial de cruces KSIM, se realizará el pronóstico sin proyecto, con proyecto y con las medidas de mitigación para el Sistema Ambiental delimitado.
El método matricial cruzado es un enfoque analítico de las probabilidades de un acontecimiento en un conjunto pronosticado. Estas probabilidades pueden ajustarse de acuerdo con las opiniones respecto de las interacciones potenciales entre los acontecimientos pronosticados.

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. 1 Formato matriz de impactos cruzados

Variable	Geomorfología.	Hidrología.	Edafología	Hábitat.	Economía.
Geomorfología.					
Hidrología.					
Edafología					
Hábitat.					
Economía.					

Fuente: CANAN INGENIERIA2022

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 SAR 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 años. Finalmente se realiza la modelación para obtener la simulación del escenario ambiental a los 25 años.
6. 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 la obra. Cabe destacar que las diferencias negativas corresponden a impactos favorables al SAR 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 SAR y los valores positivos reflejan la existencia de afectaciones al entorno.
8. Cada uno de los valores obtenidos en las respectivas modelaciones para cada obra, se utiliza para realizar el gráfico en la hoja de cálculo Excel, diseñando en forma de líneas y posteriormente de “barras horizontales”, para que sea más objetiva y evidente el comportamiento neto de la “brecha ambiental” del sistema para cada uno de los proyectos en cada intervalo de tiempo, es decir 5,15 y 25 años; se obtiene, de esta forma, en el extremo izquierdo las aportaciones benéficas sobre la calidad ambiental de los factores modelados, y del lado derecho los impactos negativos de cada factor, aportando una visión clara de lo que pasaría durante el conjunto de interacciones actividades-factores ambientales, a lo largo de cada intervalo de tiempo señalado, ya que se expresaran en forma numérica las diferencias entre la longitud de las barras de cada factor analizado.

Tabla VII. 2 Descripción de los valores en la brecha ambiental

TIPO DE MODIFICACIÓN	BRECHA AMBIENTAL		INTERPRETACIÓN
	CENTÉSIMAS	**%**	
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: CANAN INGENIERIA, 2022

VII.2 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para diagnosticar el estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

VII.2.1 Medio abiótico

VII.2.1.1 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.

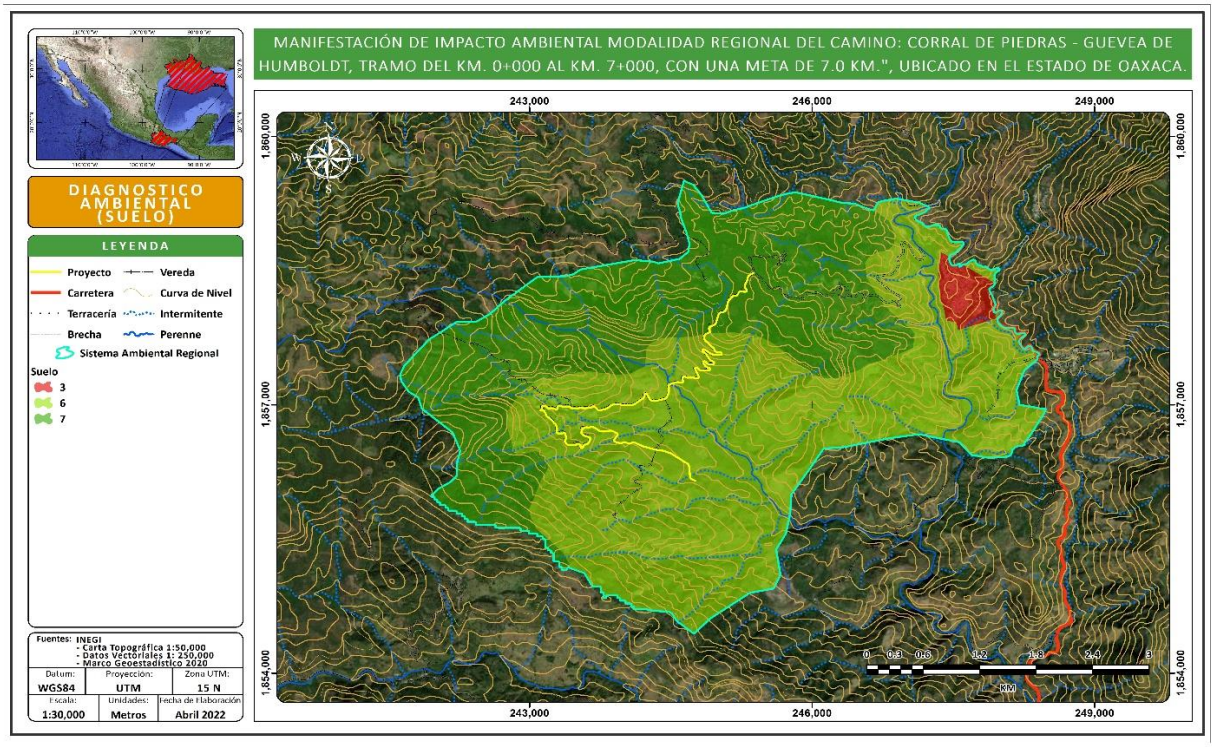
Tabla VII. 3 Descripción de los valores de ponderación para el componente suelo.

Escala de evaluación	Valor	Erosión
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica

Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión
Sin perturbación	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen VII 1 Componente Suelo



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

En cuanto a lo que se refiere al diagnostico ambiental en cuanto al suelo, se tiene que la menor calidad ambiental se presenta en las zonas de asentamientos humanos con un valor de 3 (mala) ya que son zonas no urbanizadas en su totalidad y sin ningún tipo de protección a la erosión. La vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino encino tiene un valor ponderado de 6 (aceptable/modificado) ya que el suelo no se encuentra en su mayoría expuesto a procesos de erosivos. Finalmente, la vegetación secundaria

arborea de bosque pino encino al tener una presencia de individuos arbóreos, lograr una menor intemperización del suelo disminuyendo su erosión, por lo que se pondero con un valor de 7 (Bueno).

VII.2.1.2 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.

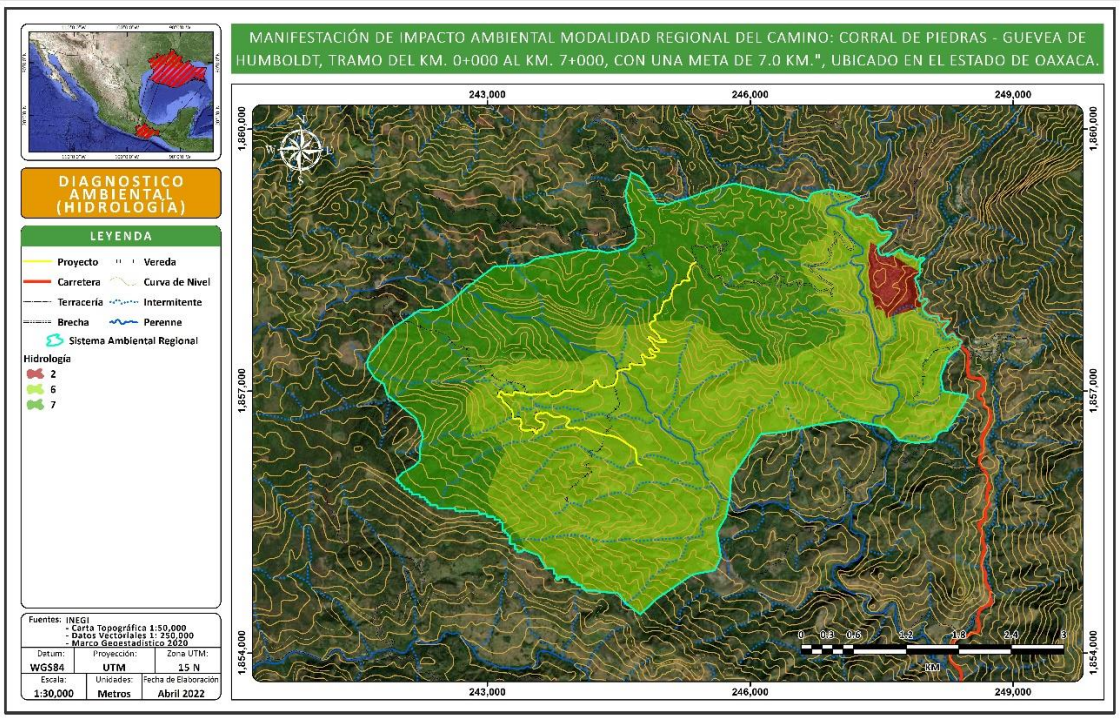
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla VII. 4 Descripción de los valores de ponderación para el componente hidrología.

Escala de evaluación	Valor	Capacidad de infiltración
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención
Regular/modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal
Aceptable/modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen VII 2 Componente Hidrologico



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022.

La mayor ponderación (puntuación=7) se tiene en las zonas con una mayor presencia de individuos arbóreos, ya que la presencia de estos hace que se tenga una buena infiltración, ya que cuando 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. En la áreas con vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino encino al no contar con individuos de mayores tallas, se tiene una infiltración Aceptable-moderada con un valor de 6. Finalmente, en las zonas de asentamiento humanos, al no contar con una cobertura vegetal, el agua tiene a escurrirse en lugar de infiltrarse por lo que se pondero a estas zonas con un valor de 2 (muy mala).

VII.2.1.3 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:

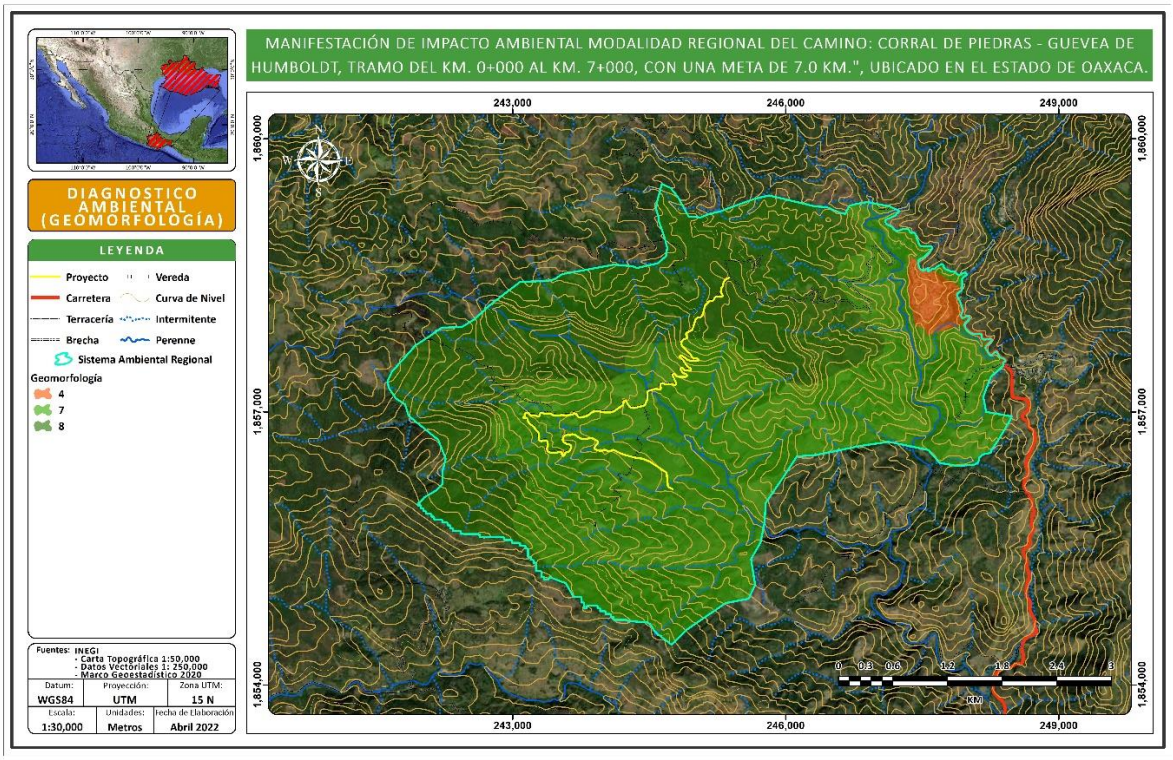
Tabla VII. 5 Ponderación de la geomorfología.

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: CANAN INGENIERIA, 2022.

Imagen VII 3 Componente de la Geomorfología



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022.

Dadas las condiciones tan homogéneas y uniformes, la mayor parte del SAR presenta una ponderación igual a 8 (muy buena), y de buena calidad (7). Mientras las de menor calidad geomorfológica se tratan de las zonas rurales, esto obedece a que se trata de zonas modificadas en lo que respecta a las geoformas y se asignó un valor de 4 (Moderada).

VII.2.2 Medio biótico

VII.2.2.1 Vegetación.

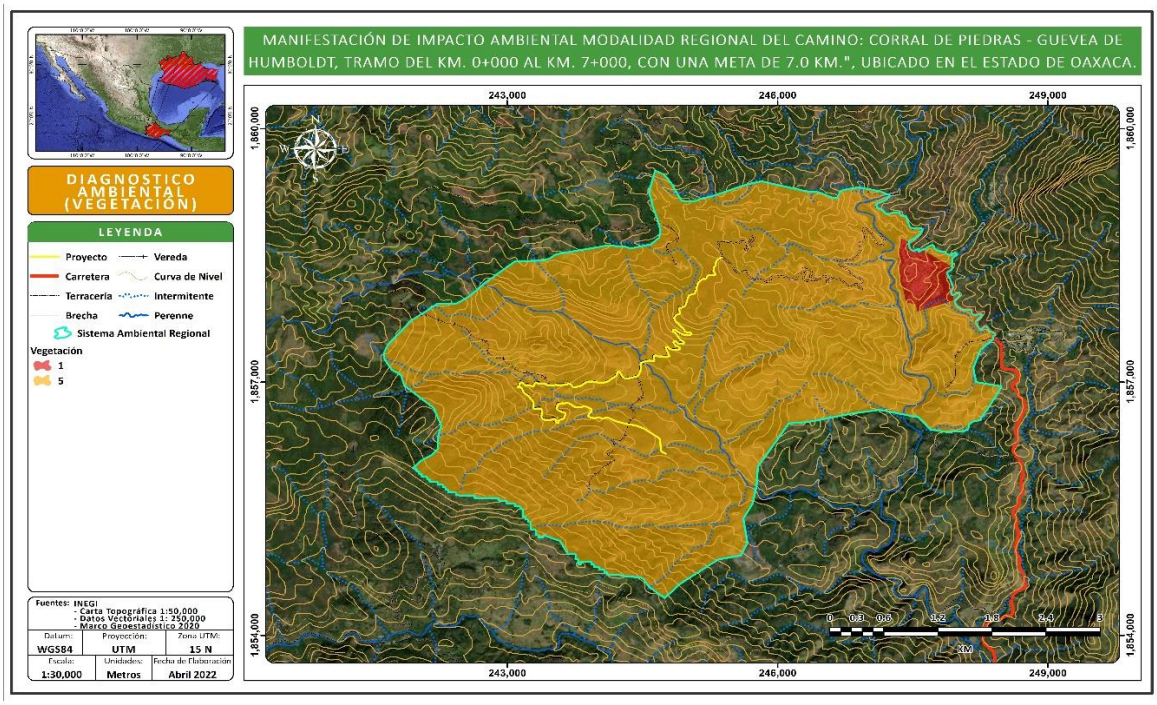
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

Tabla VII. 6 Descripción de los valores de ponderación para el componente vegetación.

Escala de evaluación	Escala	% de cobertura vegetal en el polígono
Degradado	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono
Bajo estado conservación	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de localidades, caminos o carreteras.
Regular/modificado	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica
Buena	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación
Sin perturbación	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022.

Imagen VII 4 Componente Vegetación



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

De acuerdo con el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta un mosaico de remanentes de bosque pino-encino en estado secundario. Este ha sido modificado con el tiempo por las diferentes acciones antrópicas del hombre, por lo que la cobertura que se encuentra en dichas áreas tiende a ser menor a 70%, por lo que pondero con un valor de 5 (Regular/Modificado). Las áreas donde se encuentras comunidades marcadas y consolidades de áreas rurales se les pondero con un valor de 1 (degradado) al presentarse bajas coberturas menores al 30%.

VII.2.2.2 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

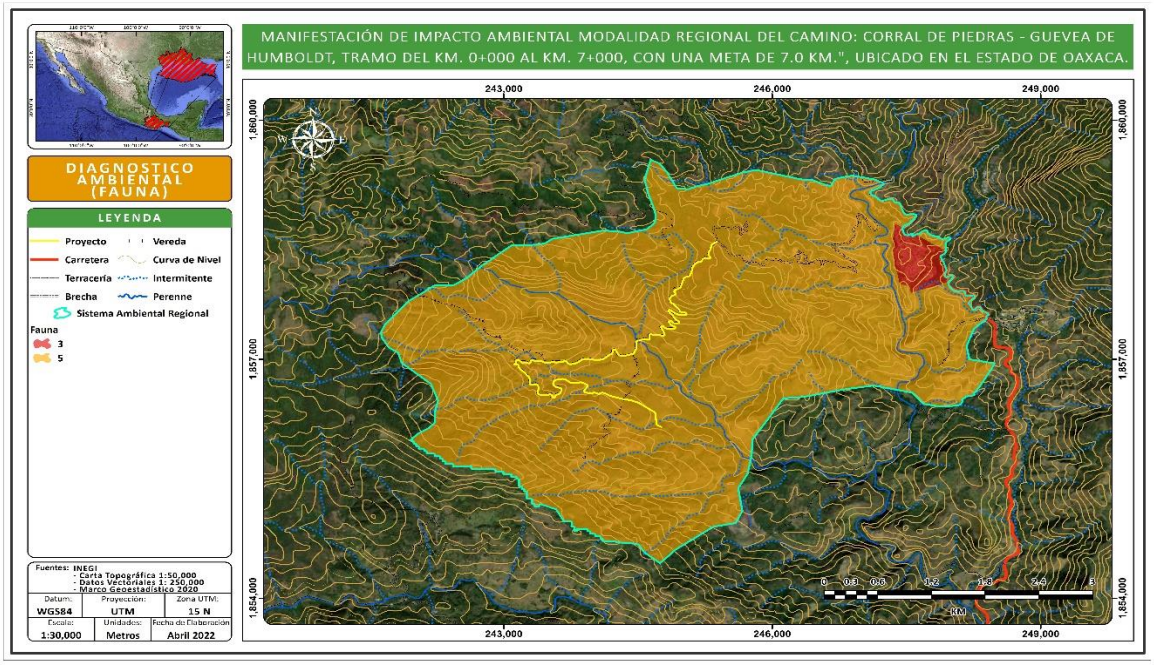
hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que 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. 7 Descripción de los valores de ponderación para el componente fauna.

Escalas de evaluación	Valor	Índice de Shannon
Mala	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja
Moderada	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media
Buena	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta
Muy buena	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen VII 5 Componente Fauna



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Para el caso del factor fauna se tiene que en las pequeñas superficies de vegetación en estado secundario de bosque de pino-encino, presentan la calificación de moderada (puntuación=5), ya que en estas zonas se presentan especies de borde, de menor importancia que las especies clave. Mientras que las zonas abiertas y con fragmentos de vegetación un poco conservada presentan una ponderación igual a 3 (mala), estas zonas son las zonas abiertas y cercanas al trazo y en las vías de comunicación (brechas, veredas, carreteras pavimentadas y de terracería).

VII.2.2 Medio Socioeconómico

VII.2.2.1 Antropización

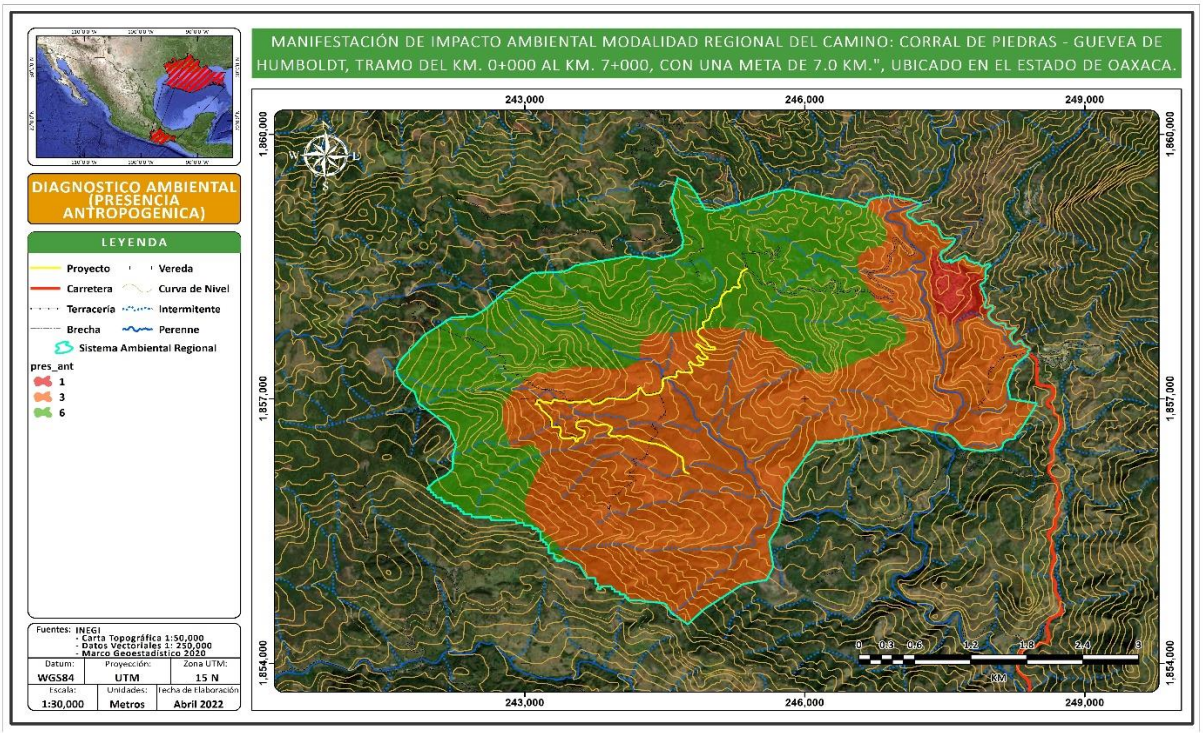
Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas del matorral, 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 donde existen localidades rurales; 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. 8 Descripción de los valores de ponderación para el componente socioeconómico

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: CANAN INGENIERIA, 2022

Imagen VII 6 Componente Antropogenico



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

En la siguiente imagen podemos atisbar que las superficies con vegetación secundaria arborea de bosque de pino encino del Sistema Ambiental presenta buena calidad ambiental (puntuación=6) en lo que se refiere a la presencia antropogénica, esto debido a que se encuentran alejados de comunidades bien consolidades- La ponderación modera se le asigno a la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino encino, ya que en esta se encuentra una mayor presencia de caminos y brechas. Como último se le asigno un valor de 1 (aceptable/modificado) a las áreas donde se encuentra presencia de zonas rurales bien consolidadas.

VII.3 ESCENARIOS AMBIENTALES.

VII.3.1 Escenario tendencial sin la ejecución del proyecto

Para plantear el escenario tendencial sin la ejecución del proyecto, es importante tomar como referencia la línea base o caracterización realizada en el capítulo IV, esto debido a que de acuerdo con Gómez-Orea (2007) elaborar un pronóstico consiste en proyectar, a partir del conocimiento adquirido en el diagnóstico, la situación actual a una situación futura, teniendo en cuenta las tendencias de evolución de diferentes variables, así como innovaciones "saltos" que opcionalmente se podrían producir.

Hay que añadir que para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) se consideraron aquellas superficies en las que el proyecto pudiera tener interacción con el medio ambiente y que intervienen de manera directa con la dinámica ecosistémica de la zona del proyecto. De esta forma el SAR se delimitó con base en los usos del suelo y vegetación, programas de ordenamiento ecológico, la red hidrográfica de influencia, delimitación de microcuencas,
Relieve y topografía del sitio, obteniendo así una unidad lo más homogénea posible.

Dado lo anterior es importante señalar que el área del proyecto y su SAR lo ocupan atributos ambientales que han sido modificados a lo largo del tiempo debido a actividades antrópicas que han acelerado el proceso de degradación de los recursos naturales, como son el cambio de uso de suelo para realizar actividades de agricultura, la apertura de caminos para comunicar poblaciones, así como el crecimiento y expansión de las poblaciones rurales; estas actividades han propiciado que con el paso del tiempo aumenten aceleradamente las necesidades y la demanda de servicios como son, el comercio, transporte, instalaciones educativas y de recreo, producción y transporte de materias primas y productos, generación de aguas residuales y generación de residuos sólidos municipales, así como la demanda de empleo en la región, entre otras. En función de establecer los elementos ambientales críticos y los procesos relevantes del SAR, dentro de la ponderación que se le otorgue, 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:

- Geomorfología
- Hidrología
- Edafología
- Elementos bióticos (vegetación y Fauna) y
- Economía.

El SAR del proyecto, tiene atributos que han sido modificados, debido a las actividades previas aprovechamiento ganadero y de agricultura, así como el crecimiento urbano de diferentes localidades de tamaño medio, ubicadas a lo largo del proyecto, que dispara una demanda de servicios y actividades diversas como ganadería, localidades rurales, movimiento de materias primas y productos, generación de aguas residuales y residuos sólidos municipales y la demanda de empleo en la región. En función de establecer los elementos ambientales críticos y los procesos relevantes del SAR, dentro de su ponderación se habrán de considerar aquellos donde la interacción e influencia tenga efectos notorios y evaluables derivados por las actividades del proyecto sobre sus atributos ambientales prioritarios como son los siguientes: Geomorfología, Hidrología, Suelo, Vegetación, Fauna, Hábitat y Economía.

En la siguiente tabla se expresan los valores de calidad ambiental del sitio, asignados en función de sus condiciones actuales.

Tabla VII. 9 Calidad Ambiental de los atributos para el Sistema Ambiental Regional.

VARIABLE.	CALIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Geomorfología.	**0.8**	La topología que prevalece en el SAR, de sierra alta compleja, esta zona se localiza entre las Sierras Orientales que van de norte a sur en la parte centro-oriente del estado, Sierras Centrales de Oaxaca del centro hacia el norte y paralelamente al occidente Mixteca Alta. , la geomorfología se concibe congruente con el uso del suelo actual a lo largo del trazo del proyecto, y con el grado de conservación es decir, con las zonas altas mayormente conservadas y en las zonas medias de los lomeríos se encuentran zonas mayormente degradadas donde se ejecutan actividades agrícolas y pecuarias, por lo anterior la geomorfología en las zonas aledañas al proyecto se ha modificado moderadamente. En función de las condiciones descritas se le otorga un valor a alto.
Hidrología.	**0.7**	Existe una presión de media a baja sobre el uso recurso agua, asociada a los asentamientos humanos y terrenos agrícolas establecidos en las porciones noreste y centro central del SAR; por otra parte, la modificación de los patrones de escurrimiento se ha dado asociada al cambio de uso de suelo de forestal a agrícola y pecuario en casi la totalidad del SAR, de igual manera la apertura de brechas irregulares ha contribuido a que se modifique moderadamente la dinámica hidrológica, sin embargo, al encontrarse en una zona escarpada con donde aún se encuentran zonas con buena densidad de vegetación y considerando que existe una buena recarga de agua subterránea donde aún existe disponibilidad de agua según la CONAGUA, se le otorga un valor de medio a alto.
Edafología	**0.6**	A lo largo de la trayectoria del proyecto y del SAR se presentan, regosoles, feozems que constituyen la etapa inicial de formación de otros suelos, sin embargo, en la fase de desarrollo que muestran tienen características que permiten identificarlos como unidad., por lo que, el valor asignado a este atributo dentro del SAR del proyecto es medio.
Elementos bióticos	**0.6**	En el SAR predominan condiciones de regulares a buenas en cuanto a la vegetación se refiere ya que a lo largo y ancho de la poligonal se localizan comunidades secundarias de bosque de pino encino y solo en la porción noroeste de este se identifica la presencia de asentamientos humanos. Aun y cuando el estado del SAR se puede ponderar como bueno, es

		importante aclarar que a lo largo del trazo del proyecto las condiciones de la vegetación son medianamente conservadas ya que en los lomeríos medios y bajos la cobertura vegetal disminuye debido a que los terrenos se han desmontado para dar paso a actividades productivas. Por lo anterior la ponderación final es media.
Economía.	**0.2**	Las actividades económicas dentro del SAR se dan en gran medida debido a las actividades primarias que se realizan en la región, el comercio local se encuentra estancado ya que es una zona aislada y con baja densidad de población, en donde el rezago de servicios ha propiciado una alta marginación. En ese sentido la ponderación económica del SAR es baja.

Como ya se ha hecho referencia, la tendencia del SAR de la MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL CAMINO: CORRAL DE PIEDRAS - GUEVEA DE HUMBOLDT, TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM. 7+000, CON UNA META DE 7.0 KM.", UBICADO EN EL ESTADO DE OAXACA, ubicado municipio de Guevea de Humboldt, en el Estado de Oaxaca, es hacia un continuo proceso degradativo, ya que se nota un incremento en las prácticas agro pastoriles extensivas, aunado a un leve incremento de la urbanización en la población de Guevea de Humboldt, la disminución paulatina y excesiva de la cobertura vegetal y el desplazamiento de la fauna hacia partes mayormente conservadas. Así como, la población en la zona de estudio y de influencia carece de acciones concretas o tendencias naturales o antropogénicas, que intenten revertir o detener el proceso de degradación que se expresa sobre sus componentes.

Los componentes bióticos, vegetación y fauna, han sido modificados a lo largo del trayecto de la carretera de terracería y a los caminos tipo brecha ya existentes, sustituyendo totalmente en algunos tramos la vegetación original. Como un resultado directo, la fauna terrestre original, ha disminuido sus poblaciones, dejando paso a aquella fauna habituada a la presencia humana, principalmente la avifauna y herpetofauna, que tiene una forma amplia de desplazamiento y a la fauna nociva, adaptada a las condiciones extremas de deterioro. En conclusión, los componentes bióticos originales han sido afectados y la fauna resistente domina las condiciones del ambiente donde se desarrollará el proyecto.

El diagnóstico ambiental regional del trazo del proyecto muestra una modificación moderada de sus componentes, por otra parte el SAR en sus porciones más alejadas al sitio del proyecto aun ostentan un grado de conservación de moderado a bueno, ya que, conserva características originales de su geomorfología, y poca pérdida de suelo, además de que estas zonas son las que sirven como refugio de la fauna desplazada de las zonas degradadas del SAR, lo cual conduce a considerar que el sistema en la actualidad presenta una condición moderadamente conservada con una tendencia de degradación progresiva en sitios que se consideran sensibles en un grado de medio a bajo.

Considerando la tendencia analizada del SAR, se discuten las posibles tendencias futuras a partir de tres momentos, a corto plazo (5 años), mediano plazo (15 años) y largo plazo (25 años), que permite establecer rasgos distintivos y de particular interés ambiental, social y económico. Es de importancia señalar que las tendencias señaladas para la modelación de escenarios se analizaron de manera inicial por factor ambiental, por lo que a continuación se presentan los resultados obtenidos para cada factor ponderado.

A partir del modelo predictivo del KSIM, con la tendencia de la calidad ambiental de 5 factores analizados del SAR, sin la modernización de la infraestructura carretera, se proyecta una paulatina disminución de la calidad ambiental de la zona, asociada al aumento poblacional y la demanda de uso de recursos que esto conlleva.

Con la imposibilidad de contar con nuevas vías de comunicación dentro de la región, se espera un panorama de mayor tiempo en el recorrido, mayor índice de accidentes, malas condiciones de la terracería, se tendrá una menor calidad en el aire debido al levantamiento de partículas y emisiones a la atmosfera. 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.

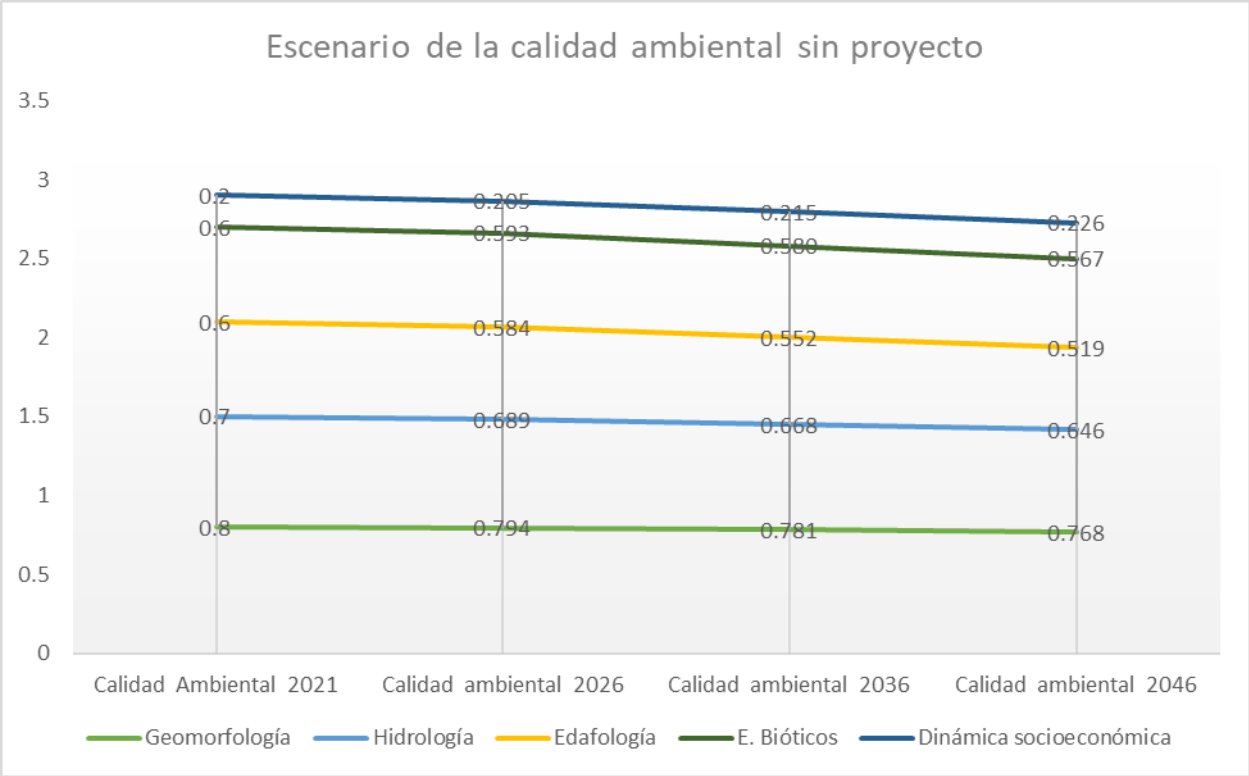
En la siguiente tabla se muestra de manera cuantitativa el escenario predictivo sin la construcción del proyecto.

Tabla VII. 10 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la construcción del proyecto.

Componente ambiental	Calidad Ambiental 2022	Calidad ambiental 2027	Brecha ambiental 2027	Calidad ambiental 2037	Brecha ambiental 2037	Calidad ambiental 2047	Brecha ambiental 2047
Geomorfología	0.8	0.794	0.006	0.781	0.019	0.768	0.032
Hidrología	0.7	0.689	0.011	0.668	0.032	0.646	0.054
Edafología	0.6	0.584	0.016	0.552	0.048	0.519	0.081
E. Bióticos	0.6	0.593	0.007	0.580	0.020	0.567	0.033
Dinámica socioeconómica	0.2	0.205	-0.005	0.215	-0.015	0.226	-0.026

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

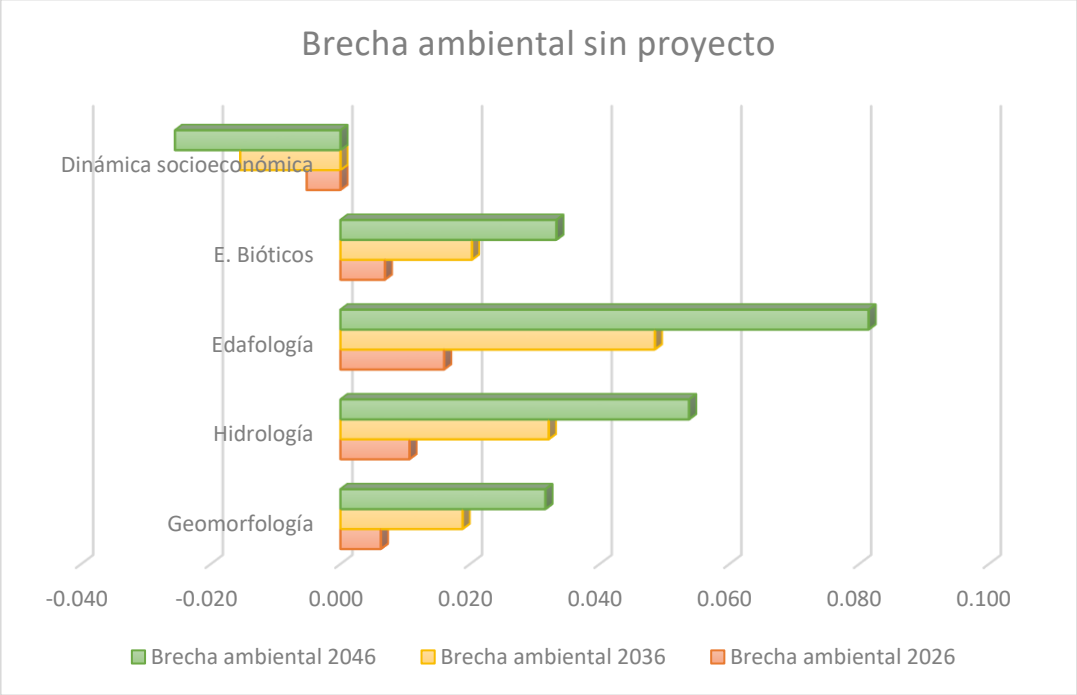
Gráfica VII. 1 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la construcción del proyecto.



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Considerando la tendencia analizada sobre la modelación realizada, se discuten las posibles tendencias futuras a partir de tres momentos, a corto plazo (5 años), mediano plazo (15 años) y largo plazo (25 años), que permite establecer rasgos distintivos y de particular interés ambiental, social y económico. A partir del modelo predictivo del KSIM, con la tendencia de la calidad ambiental de cinco factores analizados del SAR, se observa una proyección hacia la paulatina disminución de la calidad ambiental de la zona, ya que, al carecer de la obra, la problemática del flujo vehicular y la imposibilidad de contar con fuentes locales de empleo y de servicios, se espera un panorama de una mayor movilidad y presión sobre la infraestructura de la movilidad. Las repercusiones sobre los atributos bióticos tendrán efectos de moderada magnitud y significancia, afectando de manera longitudinal sus condiciones actuales, siendo más lesivo en los terrenos donde se realizarán los rellenos, donde se modificará el atributo geomorfológico y edáfico y las rectificaciones pertinentes que producirán puntualmente la desaparición de sus condiciones naturales. Por otra parte, se debe destacar la existencia de una tendencia favorable pero ralentizada de la economía de la región, ya que existen zonas potenciales para su crecimiento agrícola, comercial, industrial y de servicios, con predios que potencialmente se irán utilizando para las diferentes necesidades urbanísticas y de desarrollo estratégico tanto local y de interés estatal. Las siguientes tablas y gráficas muestran las tendencias futuras del SAR.

Gráfica VII. 2 Brecha ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la construcción del proyecto.



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

En esta modelación se utilizará el termino de Brecha Ambiental, que refleja la diferencia y comportamiento de cada factor ambiental a lo largo del tiempo, matemáticamente es la separación cuantitativa de la calidad de los factores respecto a su línea base, sobre del cual se hace el análisis ciclo por ciclo.

El SAR del Proyecto está definido por un conjunto de presiones antropogénicas sobre los recursos, destacando las vías de comunicación, que está en crecimiento y el abatimiento de los acuíferos por la demanda actual, así como la presión de la vegetación natural, sobre todo en las laderas bajas y medias de los lomeríos, lo cual ocasiona efectos negativos sobre la fauna silvestre, permitiendo el predominio de la fauna común en la cercanía de los núcleos urbanos. Debido a estas presiones y manejo inadecuado de los recursos, asociados a la amplia conversión del uso del suelo, se asignan valores moderados de calidad ambiental de los atributos evaluados, que se encuentra asociado al hecho de que el SAR tiende hacia una progresiva degradación. La modelación realizada sin proyecto muestra una brecha ambiental negativa para la vegetación de 6milésimas en el lapso de cinco años que se incrementa a 19 milésimas en 15 y 32 milésimas 25 años, considerando la mayor presión sobre este recurso, alcanzando una pérdida de calidad ambiental en los tiempos analizados, siempre una tendencia hacia el deterioro.

En el SAR del Proyecto, se presentan la modificación de los atributos de la vegetación en cantidad, donde el recurso tiene una presión por los usos antropogénicos que tiene, para los núcleos poblacionales de la región, que afectan la abundancia de los doseles forestales. Lo anterior se acentúa por la ausencia de un sistema de control, aprovechamiento y repoblamiento forestal, por lo que no se reemplazan los individuos aprovechados. En el SAR se observa un progresivo deterioro y una presión oscilante sobre los atributos de la vegetación, con la avanzada desaparición de la vegetación en las laderas bajas y prácticamente total en los valles planicies, donde se ha desarrollado la agricultura y zonas rurales. Se encuentran en la ladera baja, comunidades abiertas y fragmentado; por el contrario, se tiene un estado de conservación en las

porciones altas de los lomeríos, donde las comunidades vegetacionales presentan una condición clímax y paraclímax, con una matriz conservada y una tendencia progresiva hacia la conservación. Sus valores de calidad ambiental inicial son moderados y se puede pronosticar que la partes bajas y planicies habrán de perderse paulatinamente y serán dominadas por la agricultura; por otra parte, la vegetación original, serán ocupadas por la población. Las pérdidas de la calidad ambiental se acentúan hacia una moderada e intensa degradación, en aquellos sitios donde la presencia humana es muy frecuente y accesible; mientras que la existencia de una conciencia de protección ambiental favorecerá la existencia del bosque presente en las partes altas. A consecuencia de la dinámica de la vegetación natural, la fauna muestra una tendencia a disminuir su presencia en el SAR, donde se ha desarrollado la agricultura, zonas urbanas e infraestructura de caminos pavimentados y de terracería.

VII.3.2 Escenario tendencial con proyecto sin ejecutar medidas de mitigación

Para la modelación del escenario ambiental con el Proyecto y sin medidas de mitigación del SAR 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 SAR 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.

Mediante la ejecución del método KSIM y con base en la tendencia de los factores ambientales analizados, se tiene que la tendencia de degradación para el Sistema Ambiental una vez que se implante el proyecto continuará y se acelerará levemente, ya que la integración del proyecto producirá efectos sobre la geomorfología y edafología principalmente debido a los procesos de cortes y excavación asociadas al proyecto, por su parte la economía presentará un crecimiento incipiente el cual se relaciona directamente con la mejora en tiempos y seguridad en el transporte que traerá consigo la modernización del tramo carretero.

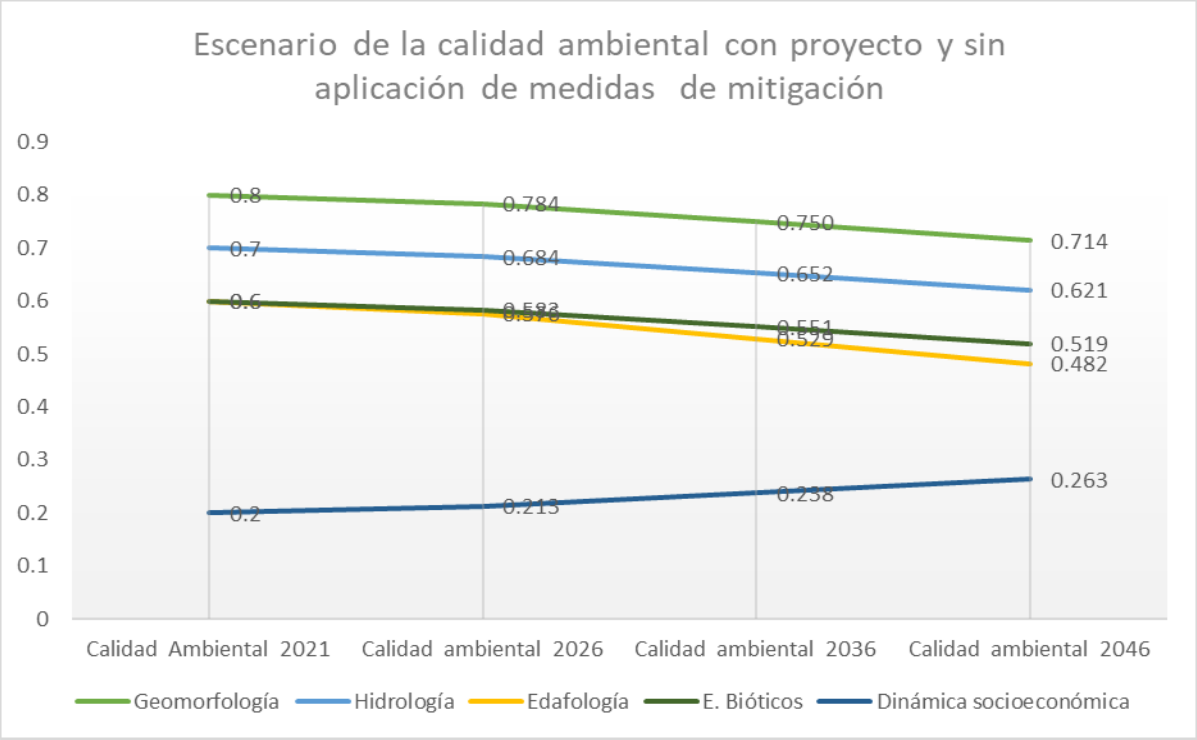
En la siguiente tabla se muestra de manera cuantitativa el escenario predictivo sin la construcción del proyecto.

Tabla VII. 11 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto y sin la ejecución de las medidas de mitigación.

Componente ambiental	Calidad Ambiental 2022	Calidad ambiental 2027	Brecha ambiental 2027	Calidad ambiental 2037	Brecha ambiental 2037	Calidad ambiental 2047	Brecha ambiental 2047
Geomorfología	0.8	0.784	0.016	0.750	0.050	0.714	0.086
Hidrología	0.7	0.684	0.016	0.652	0.048	0.621	0.079
Edafología	0.6	0.576	0.024	0.529	0.071	0.482	0.118
E. Bióticos	0.6	0.583	0.017	0.551	0.049	0.519	0.081
Dinámica socioeconómica	0.2	0.213	-0.013	0.238	-0.038	0.263	-0.063

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Gráfica VII. 3 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto sin ejecutar medidas de mitigación.



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Geomorfología

Las principales unidades geomorfológicas presentan un grado de conservación bueno, el cual no se espera que se modifique en los próximos 15 años, a excepción de que se construyan diversos caminos o se abran nuevos bancos de materiales para construcción de Obras en las localidades del área estudiada. NO obstante, las actividades de movimientos de materiales derivadas de cortes y excavaciones para la modernización del camino tendrán un efecto muy puntual que será poco apreciable la escala en que se analiza el SAR. Sin embargo, con la introducción de un proyecto carretero como el pretendido, sin tomar en cuenta la susceptibilidad a la erosión de las superficies expuestas, ni la realización de medidas de mitigación, como son: estabilización de taludes en cortes y terraplenes, podrían traer efectos secundarios en toda la zona del proyecto como son fuertes deslizamientos de tierra y derrumbes, por lo que, gráficamente se representa como un efecto significativo en disminución de la calidad del factor ambiental.

Edafología

En el área de estudio se identificaron tipos de suelos susceptibles de ser erosionados al perder su cubierta vegetal y el horizonte orgánico. Estos son los regosoles y feozems presentes en diversas zonas del SAR. con la precipitación suelen erosionarse y presentar surcos y cárcavas de importante tamaño y difíciles de recuperar. Actualmente se observan zonas con erosión de leve a moderada sobre las laderas de los cerros y lomeríos, ya que el suelo en su mayoría se encuentra protegido por la capa orgánica y la cobertura vegetal. Incluso en las zonas antropizadas se conserva la condición del suelo, debido a que aún prevalece en su mayoría una buena cobertura vegetal y por tanto no fomenta una mayor erosión. NO obstante, el desmonte y despalme de superficies para construir un proyecto carretero como el presente sin la realización de obras de recuperación y apilamiento de suelo, ni medidas de estabilización de taludes en cortes y terraplenes, el suelo al ser altamente arcilloso y encontrarse en una zona con topografía tan compleja podrá ser fuertemente erosionado en diversos puntos a lo largo del camino. Por ello se ha evaluado gráficamente corno una reducción severa en la calidad del factor ambiental.

Hidrología

La escorrentía por cañadas, ríos y arroyos es muy importante en el mantenimiento de la dinámica de esta zona, por lo que, su conservación es importante. La construcción de una carretera en donde se arrojen materiales sobre las cañadas, obstruyéndolas; o bien sedimentos de cortes y material fino, contaminando la calidad del agua, puede tener muy importantes repercusiones aguas abajo del sitio del proyecto, por lo que de no tomarse en cuenta acciones de prevención y mitigación referentes a la retención de sedimentos, establecimiento de bancos de tiro de material residual y estabilización de taludes de cortes y terraplenes, se puede ocasionar una reducción muy importante en la calidad y cantidad de escorrentía, afectando poblaciones de plantas, animales y humanas aguas abajo del sitio del proyecto.

Elementos bióticos

Vegetación: la principal cobertura vegetal en la zona del proyecto corresponde a vegetaciones secundarias de bosque de pino encino, con diversos grados de conservación (moderado a bueno) a lo largo del trazo, y con una estructura vertical que oscila entre los 10 a 15 m de alto. La única limitante para esta penetración antrópica en estas zonas la constituye el relativo aislamiento de las porciones más altas de las sierras, dadas tanto por las fuertes pendiente en las laderas de los cerros (que limitan fuertemente la actividad agrícola y la entrada de ganado) y el poco o nulo acceso mediante vías de comunicación.
Asimismo, se presentan zonas mayormente degradadas dedicadas a la agricultura y ganadería, estas actividades son propias de la región y su distribución se ha ido acrecentando a lo largo de los años. Por lo anterior, la modernización de un camino en una zona como esta, sin un programa de restauración de la cobertura vegetal en el que se pretenda generar una mayor conectividad de flora nativa, conllevara a un importante decremento en la calidad de este factor ambiental dentro del SAR, con una creciente fragmentación de los hábitats circundantes.

Fauna: La presencia de determinadas especies de fauna está fuertemente ligada a la cobertura vegetal y la conservación de ésta (así corno a un reducido contacto humano). En los sitios bien conservados como son las partes altas, laderas con fuerte pendiente y cañadas se estima que existe una diversidad alta de fauna. Actualmente no existe evidencia de caza ni captura de estos organismos, por lo que su existencia estará condicionada al corto, mediano y largo plazos a los mismos factores que determinarán la conservación o no de la cobertura vegetal natural. Al registrarse una reducción puntual de la cobertura

vegetación natural como la asociada a la modernización de la carretera, amentará el efecto borde que ya existe debido a la presencia del camino actual, sin mitigar estos efectos, se estima que se reducirán levente los espacios idóneos para la reproducción, alimento y protección de la fauna, además podrá disminuir la movilidad de especies terrestres, generando mayores presiones de competencia en los parches aislados que terminarán en la disminución de la diversidad alfa. Por ello se ha considerado un notable decremento en la calidad de este factor ambiental la construcción de una carretera sin tomar en cuenta medidas que contrarresten los anteriores efectos.

La gráfica siguiente muestra los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM “Con el Proyecto y con medidas de mitigación”, que representa una obra de prioridad regional, ampliando la “brecha ambiental”, existente entre la Modelación “Sin Proyecto”, resultando con una tendencia negativa, ante la comparación a lo largo de los tres tiempos analizados, obteniendo una reducción de su calidad ambiental de los atributos analizados.

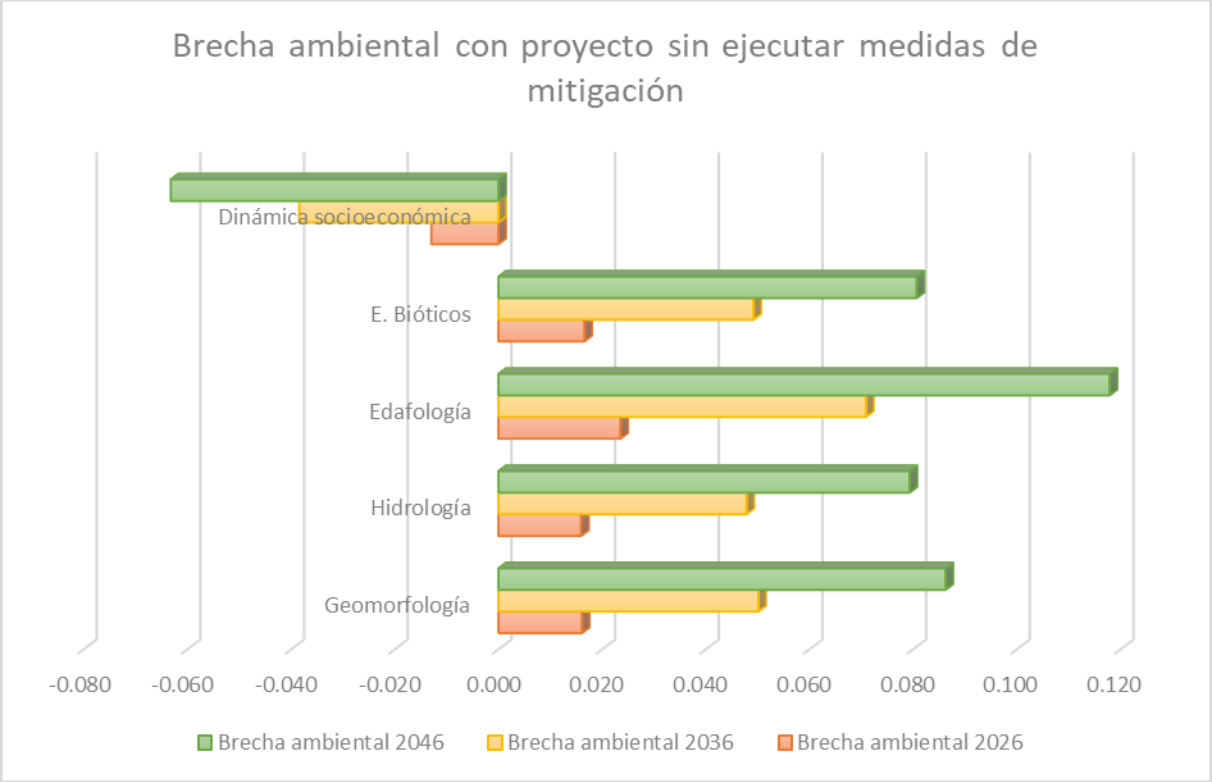
Dinámica socioeconómica

Es importante resaltar que el componente económico marca una tendencia positiva aun y sin la implementación de medidas de mitigación ya que, con la operación del proyecto, se mejorará la conectividad de la región incrementando la demanda de bienes y servicios, así mismo beneficiará el intercambio comercial y optimizará el funcionamiento de las actividades agrícolas, pecuarias y de transporte. La brecha ambiental en el factor económico aumenta progresivamente de las -13milésimas en el corto plazo y se mantiene a mediano plazo para aumentar ligeramente a largo plazo en -63 milésimas, lo que significa que las modificaciones sobre el atributo tienen un efecto positivo mayor a largo plazo.

El Proyecto dará empleo a una escala regional durante sus diversas etapas, lo que ocasionará una derrama económica directa e indirecta sobre el estado, además que podrá fijar la atención sobre la infraestructura desarrollada en la zona, pudiendo así a traer mayores inversiones y servicios. La operación de dicho mejorará la microeconomía de los pobladores y coadyuvará 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, mejoramiento de servicios se darán durante las diversas etapas del proyecto, aunque no se maximizaran como es debido.

En la proyección realizada simulando la ejecución del proyecto, pero, sin ejecutar medidas de mitigación, la tendencia a mediano y largo plazo continúa hacia la degradación. Es importante enfatizar que el componente económico marca una tendencia positiva con la implantación del proyecto, esto en función de las actividades productivas y de transporte de mercancía que se verán beneficiadas en los tiempos de traslado, así como en la seguridad vial; esto aunado al incremento en el consumo de bienes y servicios. La brecha ambiental en el factor económico aumenta progresivamente de las -13 milésimas en el corto plazo, hasta las -63 milésimas a largo plazo, lo que significa que las modificaciones sobre el atributo tienen un efecto de moderado a 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.

Gráfica VII. 4 Brecha ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto sin implementar medidas de mitigación.



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

La modernización de un proyecto carretero sin tomar en cuenta medidas de prevención, mitigación o compensación de los daños ocasionados traerá como consecuencia una aceleración importante en el decremento de calidad ambiental de los recursos naturales que integran el SAR, propiciando un entorno menos natural y un incremento en la antropización y los efectos de degradación naturales como la erosión hídrica y eólica. Dicho esto, en este escenario se observa un decremento con mayor aceleración en cuanto los factores geomorfología y suelo, donde la brecha ambiental va de las 16 milésimas en el coto plazo, hasta las 86 milésimas en el largo plazo y de las 24 milésimas a las 118 milésimas respectivamente, es decir, que para estos componentes ambientales el no ejecutar medidas de mitigación traería modificaciones con un efecto muy importante, donde su tendencia y calidad ambiental, se aleja de manera significativa del estadio que pudiera haber tenido de acuerdo al 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.

VII.3.3 Escenario tendencial con proyecto ejecutando las medidas de mitigación

En la modelación del escenario ambiental del SAR 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

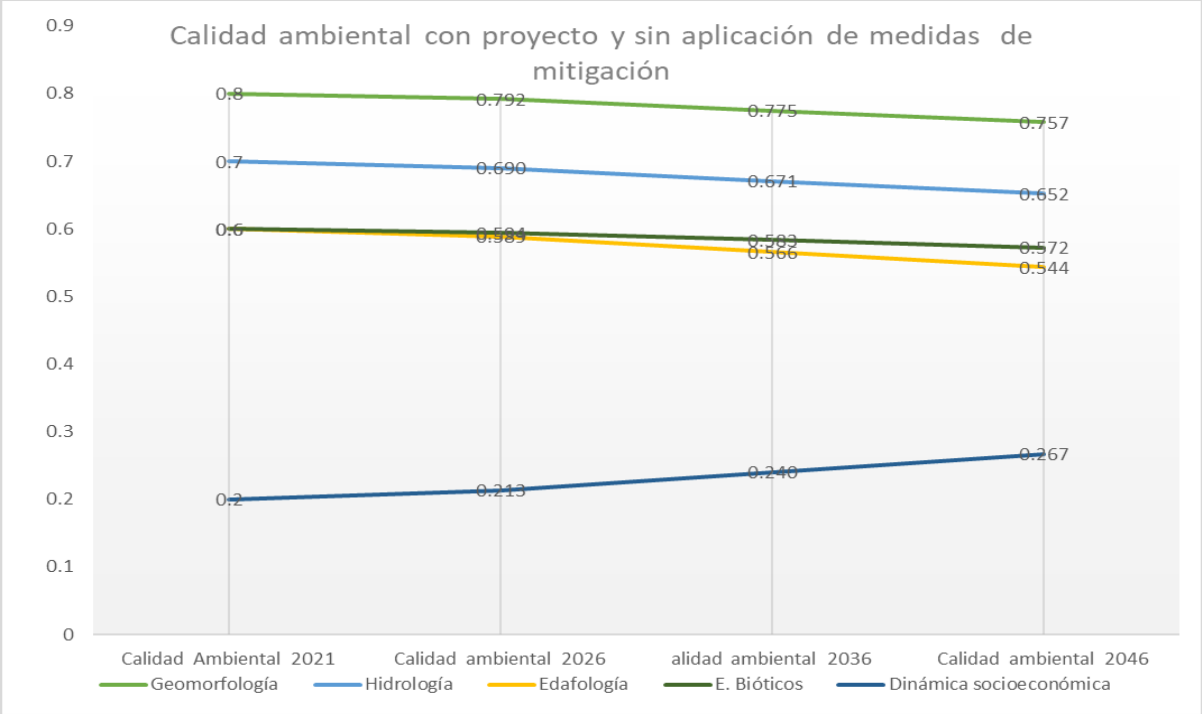
Tabla VII. 12 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto y con la ejecución de las medidas de mitigación.

Factor ambiental	Calidad Ambiental 2022	Calidad ambiental 2027	Brecha ambiental 2027	Calidad ambiental 2037	Brecha ambiental 2037	Calidad ambiental 2047	Brecha ambiental 2047
Geomorfología	0.8	0.792	0.008	0.775	0.025	0.757	0.043
Hidrología	0.7	0.690	0.010	0.671	0.029	0.652	0.048
Edafología	0.6	0.589	0.011	0.566	0.034	0.544	0.056
E. Bióticos	0.6	0.594	0.006	0.583	0.017	0.572	0.028
Dinámica socioeconómica	0.2	0.213	-0.013	0.240	-0.040	0.267	-0.067

Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

En el presente escenario, la tendencia de degradación paulatina continúa, sin embargo, se desacelera el ritmo de esta, ya que con la implementación de las medidas de mitigación los impactos ambientales negativos minimizan sus efectos y los positivos los maximizan. En este escenario se muestra que el factor que sufrirá mayor degradación al paso del tiempo es la geomorfología, sin embargo, al ejecutar las medidas de restauración para la retención de suelos, disminuirá los impactos secundarios tales como perdida de hábitat y suelo, así como la modificación de la dinámica hidrológica que puede traer consigo el arrastre de sedimentos.

Gráfica VII. 5 Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto con la ejecución de medidas de mitigación.



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

Geomorfología

Como se señaló, las principales unidades geomorfológicas presentan un buen grado de conservación, el cual no se espera que se modifique en los próximos 15 años, a excepción de que en el mismo espacio del SAR coincidan una multitud de proyectos lineales y explotación de bancos de materiales extensiva, así como una alta urbanización derivada del crecimiento poblacional exponencial, escenario que es poco probable debido a la tendencia de este espacio en las últimas décadas. No obstante, la extracción y movimientos de materiales a causa del proyecto ejecutando las debidas medidas preventivas y de control, tendrán un efecto puntual que difícilmente podrá ser percibido a la escala en que se analiza el SAR. El efecto de un proyecto carretero sin mitigación puede ser muy severo en este factor ambiental; sin embargo, si se tornan en consideración todas las medidas propuestas para reducir la susceptibilidad a la erosión de las superficies expuestas, y la realización de medidas de estabilización de taludes en cortes y terraplenes; particularmente aquellas referentes a una mayor inclinación en cortes y taludes y su rápida reforestación, se espera que la propensión y riesgo de deslizamientos de tierra y derrumbes en la zona sea significativamente menor, no comprometiéndose la dinámica ambiental, social del SAR y haciendo técnicamente más factible el proyecto. Se espera que exista una pérdida de calidad del factor por efecto de las obras inherentes al proyecto, sin embargo, los efectos se generarán en un nivel controlable.

Edafología

Los suelos presentes en la zona de estudio suelen erosionarse y presentar surcos y cárcavas de importante tamaño y difíciles de recuperar. El desmonte y despalme de superficies para construir un proyecto carretero requiere obligadamente de la realización de obras de recuperación y apilamiento de suelo, y medidas de estabilización de taludes en cortes y terraplenes, para evitar que el suelo sea fuertemente erosionado en diversos puntos a lo largo del trazo del proyecto; así como medidas tendientes a la recuperación de la cobertura vegetal y de suelos. Contemplando en la modelación la implementación de medidas de mitigación y compensación se puede desacelerar moderadamente el proceso degradativo a nivel edáfico en la SAR.

Hidrología

Como se mencionó, la escorrentía por cañadas, ríos y arroyos es muy importante en el mantenimiento de la dinámica de esta zona, por lo que, su conservación es importante. La construcción de una carretera en donde se evite arrojar materiales sobre las cañadas, y se controlen los sedimentos de cortes y material fino para evitar su obstrucción y la contaminación de sus aguas resulta de gran importancia para evitar importantes repercusiones aguas abajo del sitio del proyecto. Un proyecto carretero como el presente deberá por tanto tomar en cuenta acciones de prevención y mitigación referentes a la retención de sedimentos, establecimiento de bancos de tiro de material residual y estabilización de taludes de cortes y terraplenes, para que no ocurra una reducción importante en la calidad y cantidad de escorrentía, afectando poblaciones de plantas, animales y humanas aguas abajo del área de obras. La aplicación de medidas de mitigación hace que, si bien el factor ambiental pierde un poco de calidad sobre la original, ésta resulta incipiente en comparación con un proyecto en donde no se consideren dichas medidas.

Elementos bióticos

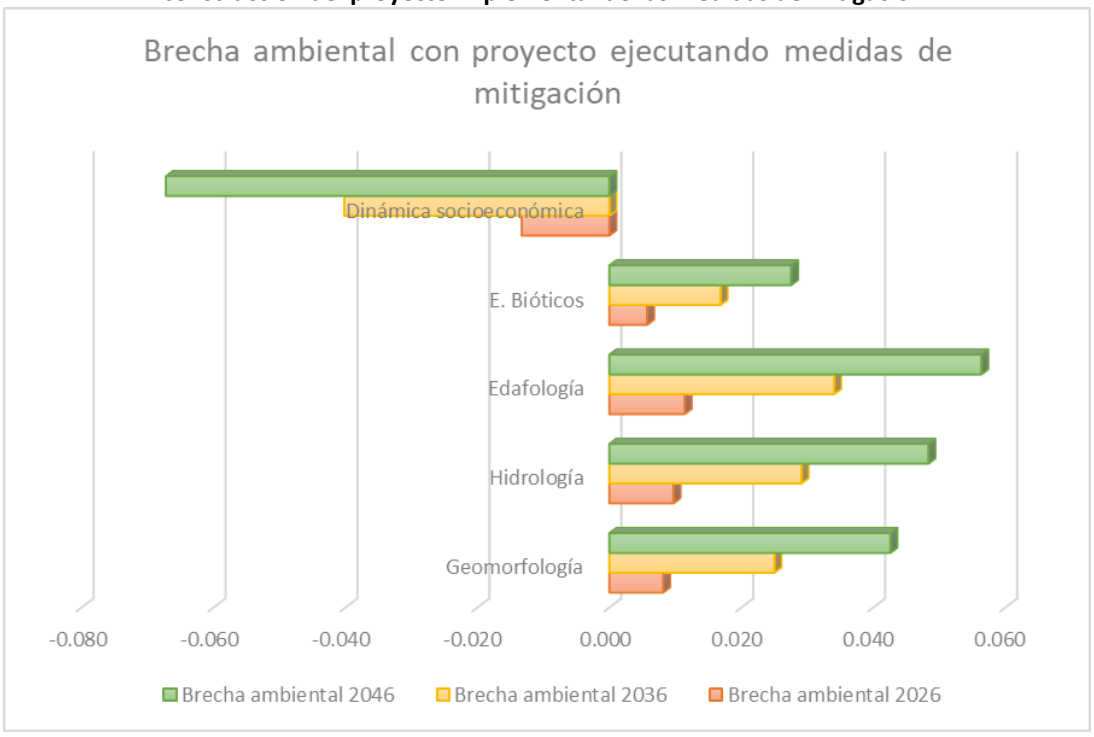
Vegetación: La distribución de la vegetación natural en la zona es buena; sin embargo, va en aumento la fragmentación de parches de vegetación original (bosque de pino encino). La única limitante para esta penetración antrópica la constituye el relativo aislamiento de las porciones más altas de las sierras, dadas tanto por los POCOS caminos existentes y su mal estado, y la fuerte pendiente en las laderas de los cerros (que limitan fuertemente la actividad agrícola y la entrada de ganado). La modernización de una carretera como esta, considerando un programa de restauración de la cobertura vegetal aumentar la conectividad entre los parches de vegetación existentes, conllevará a un importante aumento en la calidad de este factor ambiental dentro del SAR. Por lo tanto, se espera que con las actividades de reforestación en zonas degradadas del SAR que incrementen la conectividad entre parches, mejorará la calidad de este factor ambiental en toda la región, sobre el valor actual existente, al mediano y largo plazos.

Fauna: La presencia de determinadas especies de fauna está fuertemente ligada a la cobertura vegetal y la conservación de ésta (así como a un reducido contacto humano). A registrarse un incremento en la superficie con vegetación natural como producto de las medidas de compensación orientadas hacia la restauración ecológica, construcción de puentes y túneles, y la ampliación de las alcantarillas a diámetros mayores que faciliten el cruce de animales, de una carretera como la propuesta, reduce el efecto de barrera sobre las poblaciones animales y la fragmentación de hábitats. La recuperación de corredores biológicos y conectividad entre cañadas con vegetación natural que brindará esta carretera propiciará una mayor movilidad de las especies, reduciendo las mayores presiones de competencia en los parches aislados para evitar que ocurra la eliminación de especies no aptas al nuevo entorno. Por ello se ha considerado un incremento en la calidad de este factor ambiental con la construcción de una carretera y la restitución de corredores biológicos y paso de animales.

Dinámica socioeconómica

Dada la necesidad de incrementar las condiciones de vida de la población ubicada a lo largo del trazo carretero, así como la de contar con vías de comunicación que pueda detonar una serie de actividades comerciales, y ofrecer una vialidad rápida y segura a los usuarios. El impacto acumulativo producido sobre la economía regional, por la incorporación del proyecto, es un resultado favorable, con valores de -13 milésimas a las -67 milésimas a lo largo del tiempo, mostrando una mejoría, por encima de la modelación "Sin Proyecto", a consecuencia de una mayor dinámica económica, urbana y de servicios, y actividades ocasionales como el turismo alternativo. Posterior a la construcción del proyecto, existe un efecto benéfico sobre el ahorro de combustible, tiempos perdidos, mejoría en la comunicación, disminución de accidentes y daños a los vehículos, seguridad en el traslado, y mayor movimiento de personas, mercancías, materias primas, productos y servicios. De esta forma tanto, se tiene que el proyecto beneficia directamente a los factores económicos de la región.

Gráfica VII. 6 Brecha ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, con la construcción del proyecto implementando las medidas de mitigación.



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022

La brecha ambiental para el corto plazo en los diferentes factores nos muestra que el cambio será bajo o incipiente ya que los valores no rebasan las 11 milésimas lo que se puede describir como alteraciones con un efecto efímero o marginal sobre el ambiente, 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 de los diversos factores ambientales del SAR.

Para el largo plazo los efectos deberán ser moderados, ya que las proyecciones indican que las modificaciones sobre los atributos se llevarán a cabo aun cuando se ejecuten medidas preventivas, de mitigación y compensatorias, solo que estas alentarán el proceso degradativo y podrán contribuir al mejoramiento de la calidad de vida.

Cabe resaltar que el componente económico tendrá una tendencia positiva importante con la implantación del proyecto, se ejecuten o no medidas de mitigación, sin embargo, al ejecutarlas los beneficios se maximizarán esto en función de las actividades productivas y de transporte de mercancía que se verán beneficiadas, aunado a que las condiciones ambientales se mantendrán similares al estado actual y los recursos hídricos y edáficos podrán ser aprovechados de una manera adecuada. La brecha ambiental en el factor económico aumenta progresivamente de las -13 milésimas en el corto plazo, hasta las -67 milésimas a largo plazo, lo que significa que las modificaciones sobre el atributo tienen un efecto importante, donde se consolidan los efectos positivos sobre la dinámica social y económica de las comunidades cercanas al trazo del proyecto.

En comparativa con el escenario anterior, se puede concluir que la degradación continuará según las tendencias que marca el SAR, sin embargo, la aceleración será menor ya que la brecha ambiental nos muestra que los esfuerzos por llevar a cabo acciones de control y restauración resultaran en una disminución de los impactos y en el aumento de los tiempos de la degradación progresiva.

VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos por ejemplo clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología, corrientes, etc.) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente terrestre existente en un espacio y tiempo determinados. Las funciones de un ecosistema se refieren al flujo de energía y al ciclo de materiales que circulan a través de los componentes estructurales del ecosistema (biotopo y biocenosis) y poseen una interdependencia natural. Su integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre sus componentes. 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) y garantizar la integridad funcional de un ecosistema. La valoración de la calidad ambiental se llevará a cabo a través de indicadores ambientales.

Un indicador ambiental es un elemento que describe, analiza y presenta información científicamente sustentada sobre las condiciones y tendencias ambientales y su significado (Florida Center for Public Management, 1998 en SEMARNAT, 2005). Se adoptó el esquema de Presión-Estado-Respuesta (PER) el cual está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones sobre el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales (estado); asimismo, se responde a estos cambios a través de acciones específicas. Este modelo fue propuesto por la OCDE en 1993 y parte de cuestionamientos simples: ¿Qué está afectando al ambiente?, ¿Qué está pasando con el estado del ambiente?, ¿Qué estamos haciendo acerca de estos temas? Se realizó una adaptación de este esquema para dar a la autoridad, los elementos necesarios, para mostrar un panorama claro de las relaciones causa-efecto del proyecto.

El esquema PER es una herramienta analítica que categoriza o clasifica la información sobre los recursos naturales y ambientales a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas. Se basa en el conjunto de interrelaciones siguientes: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando con ello la cantidad y calidad, es decir, el estado de los recursos naturales; la sociedad responde a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales (ambientales y socioeconómicas), las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades

humanas. Aplicando este esquema, se tiene que las actividades del proyecto ejercen presión (P) sobre los componentes ambientales del Área de Estudio generando un impacto sobre cada uno de ellos, es decir el estado y se responde a estos impactos a través de la aplicación de las medidas de mitigación, restauración y compensación. En el sitio de estudio, las afectaciones a los componentes que conforman el sistema abiótico serán en su mayoría puntuales y/o locales, y en algunos casos temporales e intermitentes, tanto en el sistema abiótico (calidad del aire, suelo, geología, geomorfología, hidrología superficial) como en el sistema biótico (vegetación y fauna). A continuación, se describe el escenario actual, las actividades del proyecto que tienen un impacto sobre el componente ambiental y el escenario modificado por el proyecto sin la aplicación de las medidas de mitigación y por último el escenario esperado con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas:

Imagen VII 7 Modelo PER para el proyecto



Fuente: CANAN INGENIERIA, 2022.

Con base en el análisis realizado en los apartados anteriores del presente capítulo, se puede realizar un pronóstico ambiental del SAR debido a la implantación del proyecto. El SAR y específicamente el área en donde se desarrollará el proyecto, presenta condiciones que indican un deterioro ambiental evidente, debido a que las actividades antropogénicas que se presentan (agricultura y desarrollo urbano). El sitio del proyecto corresponde a un área cubierta en su mayoría por pastizal cultivado y la naturalidad es escaza como consecuencia de las actividades primarias mencionadas, los recursos suelo y geomorfología, se encuentran actualmente vulnerables y con una inminente tendencia hacia el deterioro ambiental, el cual no muestra ninguna señal a disminuir, a causa de la poca gestión con que se maneja la problemática del sector agrícola en la región y la falta de instrumentos normativos eficientes en cuanto a la planeación del territorio.

El área de restudio se encuentra inmersa en una zona que ejerce una presión media a los recursos naturales, esto debido a las necesidades de la creciente población circundante y la demanda de servicios y alimentos que el crecimiento poblacional provoca. Las brechas y caminos rurales transporte de productos enmarcan las áreas aledañas al proyecto, la geomorfología ha sido modificado a lo largo del tiempo para lograr asentar las comunidades y las parcelas agrícolas.

Por lo anterior es vital mencionar que dentro del análisis integral que se presenta en la presente MIA -R se reconocieron interacciones entre las distintas obras y actividades del proyecto, con diversos componentes y procesos ambientales, en los cuales se identificaron potenciales impactos ambientales, de los cuales se evaluó su significancia en el capítulo V del presente documento, concluyendo que:

ninguno sobrepasa los límites legales establecidos por los instrumentos de planeación y normatividad aplicable y ninguno generará desequilibrios ecológicos que comprometan la estructura y función actual de los ecosistema presentes en el SAR, esto se asocia a que si bien existirán impactos, estos, se minimizan considerablemente al respetar la totalidad de la ruta del camino actual y perturbar superficies menores a lo que significaría la apertura total para un nuevo camino. El impacto causado por el desmonte, excavación, despalme y limpieza de vegetación podrá ser recuperado y mitigado en gran medida a través de la aplicación de prácticas de reintegración de materia orgánica al suelo y rehabilitación con plantas nativas.

Resulta importante mencionar que la tendencia hacia el deterioro ambiental de SAR 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 (agrícolas, industriales, desarrollo urbano) y así lograr revertir los procesos degradativos o en su caso mantener las condiciones actuales.
Por lo tanto, se considera en el pronóstico ambiental que de implantarse el proyecto y ejecutar todas las medidas de manejo de impactos ambientales y sociales descritas, que los impactos negativos se reducirán al mínimo y resultarán no significativos, así mismo que los impactos positivos se maximizarán y tendrán mayor alcance en cuanto a temporalidad y calidad en los servicios.

VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Hoy en día, México cuenta con una extensa red de caminos que resulta insuficiente para abastecer a todas las comunidades en cuanto a transportar las materias primas y los productos que de ellas se elaboran, lo que constituye un freno para la actividad económica del país. Además de limitar el desarrollo social en áreas tales como la atención a la salud y la educación de los grupos marginados, derivado de lo anterior es la importancia de contar con una infraestructura vial, no sólo para la vida económica y política, sino también para la vida cultural de la nación. En este sentido en la actualidad, la infraestructura vial del país resulta insuficiente para cumplir con las necesidades de la población, debido a la cantidad de caminos y el estado físico de los mismos. Ambos problemas se encuentran ligados estrechamente dado que mientras más cantidad de caminos se requieran, mayor será la cantidad de recursos necesarios para invertir en la creación de infraestructura vial nueva, pero se tiene el problema de que los caminos que ya se encuentran en operación demandan una importante cantidad de recursos económicos para mantenerlos en condiciones de servicio.

Lo anterior, obliga a tomar decisiones que no necesariamente son las más adecuadas, debido a que se invierten grandes cantidades de recursos económicos en un mantenimiento que no soluciona los problemas fundamentales de los caminos en operación y son recursos que deberían estar siendo utilizados para la creación de infraestructura nueva de acuerdo con las demandas que hoy en día se tienen en el país. La alternativa más viable para este tipo de caminos ya existentes es que los caminos actuales sean modernizados, en consideración de que éstos permitirán atender de una mejor manera las demandas sociales, lo cual debe incidir en el mejoramiento de los niveles de vida de la población, tal es el caso del proyecto que debido a la necesidad de contar con vial agiles y seguras. De la misma manera, habrá un mayor bienestar social al apoyar el acceso a la educación, capacitación, seguridad, salud y abasto.

El proyecto corresponde a una propuesta de mejoramiento de una comunicación existente, que han de otorgar una mayor seguridad, rapidez y confort al usuario, donde se debe mencionar que su concepción

está fundamentada como la mejor alternativa y que sus afectaciones ambiéntales estarán sobre la geomorfología, suelo y a las comunidades vegetales, en segmentos muy específicos de la trayectoria propuesta. En este sentido destaca que esta propuesta para el proyecto genera un significativo ahorro, en tiempo, dinero y esfuerzo y se aprovecha y maximiza la infraestructura vial existente a que se encuentra en buenas condiciones y se garantiza la continuidad del proyecto, sin afectar predios privados y recursos naturales de manera innecesaria, que repercuten en incrementos superfluos de los costos ambiéntales, sociales y económico asociados. En conclusión, la presente propuesta evaluada se convierte en la mejor alternativa ambiental, social y económica del proyecto.

Por lo anterior la concepción del proyecto se fundamenta como la alternativa más viable en cuanto a necesidades sociales, procesos constructivos y afectaciones ambiéntales, ya que estas estarán principalmente sobre la geomorfología y el suelo, teniendo afectaciones menores en las comunidades vegetales. En conclusión, la presente propuesta evaluada se convierte en la mejor alternativa ambiental, social y económica del proyecto ya que no se tendrán impactos ambientales significativos debido a las condiciones actuales del sitio y a las medidas de mitigación propuestas que coadyuvarán al mejoramiento de la calidad ambiental.

VII.6. CONCLUSIONES.

Las actividades relacionadas con la preparación; construcción; operación y mantenimiento, tienen efectos negativos relevantes en la geomorfología, vegetación, suelos, fauna 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:

- El proyecto, representa una propuesta de desarrollo que es de un impacto ambiental moderado, ya que considera aprovechar el camino de terracería existente para la mejora de la geometría y optimización de las condiciones de seguridad vial, lo cual reduce significativamente las afectaciones ambientales ya que se implantará en una superficie parcialmente afectada con anterioridad, lo que produce una mínima afectación ambiental y facilita las etapas de preparación del sitio y la construcción, al reducir los efectos negativos de gran extensión sobre los paisajes geomorfológicos, suelos, vegetación, fauna e hidrología superficial.
- 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, o como material para rehabilitar sitios con degradación evidente dentro del SAR.
- La integración del proyecto modificará el paisaje de manera permanente e irreversible en el SAR, sobre un paisaje regional moderadamente modificado por la actual vía de comunicación, la ganadería, agricultura; asimismo, destacan los elementos benéficos derivados del proyecto, como son la accesibilidad e intercomunicación de las poblaciones cercanas, representado una opción de desarrollo económico y una oportunidad de empleo temporal para los habitantes locales, reduciendo tiempos de traslado, congestionamiento vehicular, riesgos de accidentes y colisiones, ahorro de combustible y desgaste vehicular.
- Es importante mencionar que la mayoría de los impactos ambientales identificados, están considerados dentro del conjunto de medidas de minimización, mitigación y compensación establecidas, lo cual permite predecir que prácticamente todos serán atendidos y se atenuarán sus efectos negativos en diferentes intensidades y efectividad.

- De acuerdo con la modelación de escenarios realizada, se espera que los impactos negativos que generará el proyecto se reduzcan moderadamente una vez que se ejecuten en tiempo y forma las medidas de prevención, mitigación y compensación que se proponen dentro del capítulo VI. Así mismo la ejecución del PMMA podrá supervisar la aplicación de las medidas propuestas y en consecuencia garantizar la viabilidad ambiental del proyecto.

Por lo que se señala que el proyecto propuesto se puede considerar técnica, legal, social y ambientalmente viable, siempre que se apegue a las recomendaciones y medidas de mitigación propuestas y las derivadas de una probable autorización, como condicionantes por parte de la autoridad.

ÍNDICE GENERAL.

CAPÍTULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL _____ 2

VIII.1 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. _____ 3

CAPÍTULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 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 será utilizado 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 20 cuartillas solicitadas.

VIII.1.1. Planos definitivos.

Se entrega la cartografía desarrollada para el proyecto, los cuales contienen: el título; los nombres y firmas de quien los elaboró, 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.

En los anexos se muestran los catálogos.

VIII.2. OTROS ANEXOS

- Formatos de flora
- Formatos de Fauna
- Formatos de Paisaje
- Curriculum Vitae del responsable técnico
- Identificación y nombramiento del promovente

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:** Serán definidos 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 sucesiones 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