



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.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL



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

CONTENIDO

Presentación	1
1.1 Datos generales del proyecto	2
1.1.1 Nombre del proyecto	2
1.1.2 Ubicación del proyecto	2
1.1.3 Duración del proyecto	7
1.2 Datos generales del promovente	7
1.2.1 Nombre o Razón Social	7
1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente	7
1.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal	8
1.2.4 Dirección del Promovente o de su Representante Legal para Recibir u Oír Notificaciones:	8
1.3 Datos generales del responsable de la elaboración del estudio	8
1.3.1 Nombre del responsable técnico	8
1.3.2. Nombre del Coordinador de Proyecto	8
1.3.3. Dirección, teléfonos y correo electrónico	8
1.3.4 Capacidad técnica y experiencia en el área de impacto ambiental.....	9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1 Municipios del Estado de Oaxaca por los que cruza el Proyecto	2
Tabla I. 2 Ubicación del Responsable del Estudio	9

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa I. 1 Ubicación del Proyecto a nivel estatal, el cual se puede observar en la parte central de Oaxaca.	4
Mapa I. 2 Ubicación del Proyecto en la región central bordeando el Centro Urbano.	5

PRESENTACIÓN

Es en cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en donde se dispone que:

...“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”...

*“I...Obras hidráulicas, **vías generales de comunicación**, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos”*

Con ello, se da cumplimiento también al Artículo 5º del Reglamento de la referida Ley en Materia de Impacto Ambiental, que dispone que:

“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, con excepción de:

..b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente...

De la misma manera, esta Manifestación se presenta en su MODALIDAD REGIONAL, de acuerdo con el Artículo 11 del reglamento de la Ley en Materia de Impacto Ambiental, en el sentido de que:

“Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

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

Dado que se trata de una Manifestación de Impacto Ambiental en Modalidad Regional, para su elaboración se da cumplimiento al Artículo 13 del Reglamento de la Ley en Materia de Impacto Ambiental, que dispone que este tipo de Manifestación debe contener:

I. Datos generales del proyecto, del Promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.



IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

VII. Pronósticos ambientales y evaluación de alternativas.

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental”.

Por todo lo anterior, siguiendo estrictamente los 8 rubros de contenido requeridos por el anterior precepto, a continuación se desarrolla cada uno de los Capítulos en esta Manifestación de Impacto Ambiental:

CONSULTA PÚBLICA

1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

El Proyecto tiene el nombre de:

“Construcción del Libramiento Sur de Oaxaca con una Longitud de 67.5 km, en el Estado de Oaxaca”

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto se localiza en la parte central del Estado de Oaxaca y su objetivo principal es el de que el tránsito local y fluctuante que llega temporalmente o de paso por la región libre la zona urbana de la ciudad del mismo nombre.

Este Proyecto comprende un trazo de 67.5 km de longitud, en un derecho de vía (DDV) de 60 m de ancho, además de la construcción de 6 Entronques, 36 obras mayores (conformadas por pasos inferiores, superiores, de ganado y de personas), por lo que ocupará una superficie de 504.67 ha (la cual incluye las demasías y envolventes de los entronques). Iniciará su curso en el municipio de Soledad de Etla en el cadenamamiento del km 235+420 (en las coordenadas UTM X:730,413, UTM Y: 1,898,616) sobre la Autopista 135D Tehuantepec-Oaxaca y terminará en el municipio de San Jerónimo Tlacoahuaya en su cadenamamiento 302+964.69 (en las coordenadas UTM X:761,740, UTM Y: 1,881,887), sobre la Carretera Federal 135 Tehuantepec-Oaxaca.

Cabe señalar que el trazo cruzará por la demarcación de 18 municipios que se listan a continuación, posteriormente se presentan las Coordenadas UTM en los cadenamamientos del Proyecto.

Tabla I. 1 Municipios del Estado de Oaxaca por los que cruza el Proyecto.

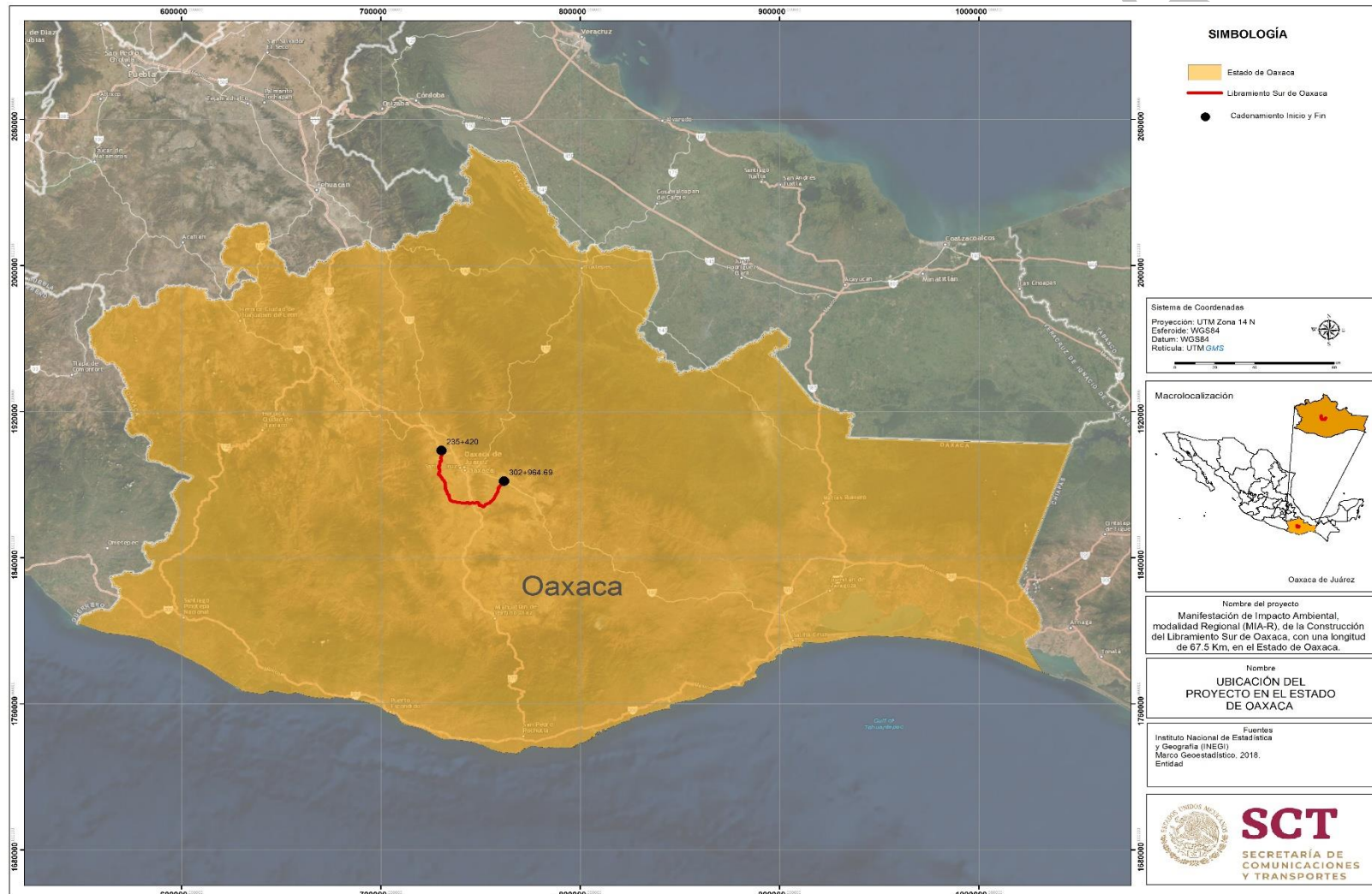
Clave	Municipio	Longitud Km
051	Magdalena Teitipac	0.56
380	Santa Cruz Papalutla	4.49
243	San Martín Tilcajete	1.93
530	Santo Tomás Jalieza	5.76
219	San Juan Teitipac	5.99
565	Villa de Zaachila	1.49
197	San Juan Guelavía	2.27
550	San Jerónimo Tlacoahuaya	2.98
243	San Martín Tilcajete	0.58
555	Trinidad Zaachila	3.55
565	Villa de Zaachila	9.33
310	San Pedro Ixtlahuaca	2.45
135	San Felipe Tejalápam	7.32
023	Cuicápam de Guerrero	3.22



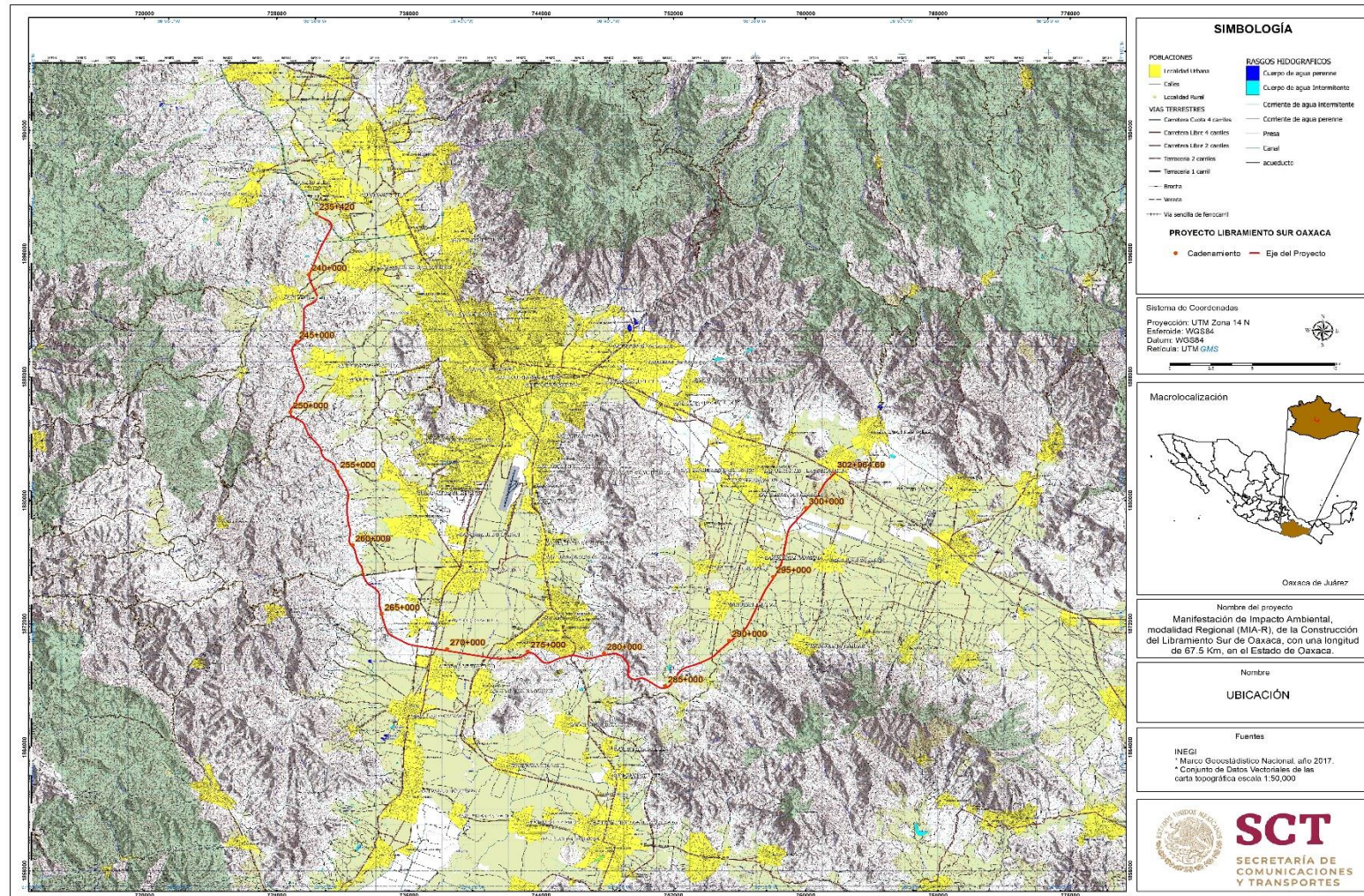
Clave	Municipio	Longitud Km
013	Ciénega de Zimatlán	2.14
539	Soledad Etla	2.22
092	San Andrés Ixtlahuaca	3.16
369	Santa Catarina Quiané	3.60
115	San Bartolo Coyotepec	1.42
570	Zimatlán de Álvarez	3.08
	Total	67.5

La ubicación del Proyecto dentro de los límites del estado de Oaxaca puede observarse en el Mapa I.1. Posteriormente en el Mapa I.2, puede observarse su ubicación en torno a la Ciudad de Oaxaca y respecto a los principales rasgos de la región central de Oaxaca en donde este se enclavará.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa I. 1 Ubicación del Proyecto a nivel estatal, el cual se puede observar en la parte central de Oaxaca.



Mapa I. 2 Ubicación del Proyecto en la región central bordeando el Centro Urbano.



Las coordenadas del Proyecto en sus cadenamientos son las que se presentan en la tabla a continuación.

Tabla I. 2 Coordenadas UTM por cadenamiento del Proyecto.

Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
235+420	730,413	1,898,616
237+000	731,101	1,897,421
238+000	730,648	1,896,530
239+000	730,286	1,895,597
240+000	729,942	1,894,642
241+000	730,285	1,893,728
242+000	730,102	1,892,896
243+000	729,609	1,892,140
244+000	729,612	1,891,140
245+000	729,187	1,890,300
246+000	728,999	1,889,414
247+000	729,294	1,888,459
248+000	729,617	1,887,517
249+000	729,202	1,886,628
250+000	728,824	1,885,735
251+000	729,591	1,885,146
252+000	730,030	1,884,256
253+000	730,647	1,883,470
254+000	731,159	1,882,678
255+000	731,680	1,881,894
256+000	732,153	1,880,992
257+000	732,262	1,880,023
258+000	732,274	1,879,027
259+000	732,441	1,878,043
260+000	732,591	1,877,113
261+000	732,900	1,876,174
262+000	733,229	1,875,247
263+000	733,835	1,874,483
264+000	734,191	1,873,627
265+000	734,349	1,872,648
266+000	734,636	1,871,684
267+000	735,421	1,871,092



Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
268+000	736,341	1,870,720
269+000	737,326	1,870,549
270+000	738,313	1,870,376
271+000	739,297	1,870,207
272+000	740,281	1,870,036
273+000	741,269	1,869,873
274+000	742,268	1,869,901
275+000	743,187	1,870,226
276+000	743,992	1,869,744
277+000	370,828	3,689,716
278+000	745,866	1,870,080
279+000	746,841	1,869,874
280+000	747,806	1,870,101
281+000	748,778	1,870,071
282+000	749,282	1,869,261
283+000	749,673	1,868,523
284+000	750,601	1,868,344
285+000	751,491	1,867,974
286+000	752,148	1,868,689
287+000	752,871	1,869,331
288+000	753,803	1,869,692
289+000	754,632	1,870,233
290+000	755,366	1,870,932
291+000	756,113	1,871,578
292+000	756,660	1,872,401
293+000	757,091	1,873,304
294+000	757,507	1,874,213
295+000	758,037	1,875,069
296+000	758,481	1,875,956
297+000	758,701	1,876,930
298+000	758,882	1,877,913
299+000	759,372	1,878,764
300+000	760,029	1,879,518
301+000	760,626	1,880,318
302+000	761,120	1,881,187



Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
302+964.69	761,740	1,881,887

I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto pretende implementarse en dos Etapas como se describe a continuación

Primera Etapa	Construcción del Proyecto en 67.5 km, con una sección tipo a A2 en un DDV de 60 m, la construcción de entronques, obras mayores y menores; para la cual se solicita un plazo constructivo de 3 años. Posteriormente iniciará su operación normal como una vía de comunicación.
Segunda Etapa	Esta etapa se contempla la ampliación del Proyecto en el mediano plazo a una sección tipo A4 en los 67.5 km dentro del DDV de 60 m, con un plazo constructivo de 2 años, además de complementar la construcción de todos los entronques que considera el Proyecto. Durante esta ampliación el Proyecto seguirá operando de forma normal, con sus respectivos desvíos controlados de acuerdo con Proyecto Ejecutivo.

La Operación y Mantenimiento del Proyecto se considera de forma permanente o en el largo plazo, por lo que no habrá Etapa de Abandono del Sitio.

Asimismo habrá actividades de “*desmantelamiento*” de obras provisionales y que tienen que ver con todas aquellas actividades y obras inherentes al proyecto para desarrollar a bien la etapa constructiva.

Por lo anterior se hace la atenta solicitud de autorización del Proyecto en materia de Impacto Ambiental y del Cambio del Uso del Suelo para la construcción de la Primera Etapa del Proyecto en un periodo de 3 años, de la misma forma la Segunda Etapa se llevará a cabo en un periodo de 2 años de forma posterior, para lo cual se realizará el correspondiente aviso formal de inicio de obras a esta autoridad.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Dirección General de Carreteras
Secretaría de Comunicaciones y Transportes

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

SCT051121BDA



I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

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

En **Anexo I.1.**, se presenta la documentación correspondiente en copia simple de la personalidad del Representante Legal de la Promovente

I.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

Nombre de la Empresa Grupo SELOME, S.A. de C.V.

I.3.1 Nombre del responsable técnico

I.3.2. Nombre del Coordinador de Proyecto

I.3.3. Dirección, teléfonos y correo electrónico



En la Tabla I.2., se pueden observar los datos de ubicación de la empresa responsable del Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla I. 3 Ubicación del Responsable del Estudio

Datos de Ubicación	

En el **Anexo I.2.**, se adjuntan la identificación del Representante Legal de la empresa responsable del Estudio de Impacto Ambiental, así como las cédulas profesionales de los responsables técnicos de su elaboración.

I.3.4 Capacidad técnica y experiencia en el área de impacto ambiental

En la realización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la empresa GRUPO SELOME S.A. de C.V. conformó un equipo multidisciplinario, en el que sus integrantes cuentan con el grado de licenciatura, maestría y/o doctorado y han participado en estudios de impacto ambiental de carreteras. En este proyecto el equipo multidisciplinario se integró por especialistas en edafología, vegetación, fauna y aspectos socioeconómicos, mismos que participaron en los trabajos de campo y gabinete (diagnóstico, caracterización de escenarios, identificación y evaluación de impactos ambientales y establecimiento de medidas de mitigación).

El nombre y profesión de los Colaboradores se lista a continuación, asimismo al inicio de este estudio, puede consultarse la Declaratoria de decir verdad firmada por el Representante Legal de la Promovente, el Responsable Técnico del Proyecto, y los colaboradores que participaron en la elaboración de la MIA-R.

Listado de Colaboradores



CAPÍTULO II.

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO

CONTENIDO

Fundamento Jurídico.....	1
II.1 Información General del Proyecto (naturaleza del Proyecto, justificación, objetivos y ubicación).....	1
II.1.1 Naturaleza del Proyecto.....	1
II.1.2 Justificación.....	2
II.1.3 Objetivos.....	2
II.1.4 Ubicación Física del Proyecto.....	3
II.1.4.1 Representación Gráfica Regional.....	12
II.1.4.2 Representación Gráfica Local.....	15
II.1.5 Vías de Acceso al Proyecto.....	22
II.1.6 Inversión Requerida.....	23
II.2 Características Particulares del Proyecto, (áreas ocupadas temporalmente, superficie de afectación, etc.).....	23
II.2.1 Obras asociadas al Proyecto.....	25
II.2.1.1 Construcción de Entronques, Pasos Vehiculares, Puentes y Obras de drenaje.....	25
II.2.2 Descripción de las obras de servicios complementarios.....	31
II.2.3 Superficie total requerida para el Proyecto.....	31
II.3 Descripción de obras y actividades por fase o etapa de construcción (programa de obra, régimen de propiedad y uso de suelo a lo largo del trazo de proyecto).....	33
II.3.1 Programa de Obra.....	33
II.3.2 Régimen de Propiedad y Usos de Suelo a lo largo del Proyecto.....	34
II.3.3 Descripción de Obras y Actividades por Fase o Etapa.....	37
II.3.3.1 Etapa de Preparación del Sitio.....	37
II.3.3.2 Etapa de Construcción del Proyecto.....	39
II.3.3.3 Etapa de Operación y Mantenimiento.....	43
II.3.3.4 Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones.....	43
II.4 Requerimientos de personal e insumos.....	43

II.4.1	Personal.....	43
II.4.2	Insumos.....	44
II.4.2.1.	Agua.....	45
II.4.2.2.	Materiales y sustancias	46
II.4.2.3.	Energía y combustibles	47
II.4.2.4.	Maquinaria y equipo.....	47
II.5	Generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, residuos peligrosos y en su caso el control de la emisión de gases automotores.....	48
II.5.1	Residuos	48
II.5.1.1	Residuos generados por Etapa del Proyecto.....	49
II.5.2	Infraestructura para el Manejo de los Residuos.....	52
II.5.3	Generación de Gases Efecto Invernadero	53
II.5.3.1	Estimación de GEI por etapa del Proyecto.....	53
II.5.3.2	Descripción de GEI que se generarán, como es el caso de H ₂ O, CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CFC, O ₃ , entre otros.	54
II.6	Identificación de las posibles afectaciones al ambiente características del tipo de Proyecto	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1	Cadenamiento del Proyecto con coordenadas UTM.....	3
Tabla II. 2	Puntos de Inflexión PC o TE del Proyecto con coordenadas UTM.....	5
Tabla II. 3	Puntos de Inflexión EC del Proyecto con coordenadas UTM.....	6
Tabla II. 4	Puntos de Inflexión PI o PST del Proyecto con coordenadas UTM.....	7
Tabla II. 5	Puntos de Inflexión CE del Proyecto con coordenadas UTM.....	8
Tabla II. 6	Municipios en los que se localiza el Proyecto.....	15
Tabla II. 7	Características geométricas del Proyecto.....	25
Tabla II. 8	Entronques del Proyecto.....	26
Tabla II. 9	Pasos Vehiculares que contempla el Proyecto.....	26
Tabla II. 10	Puentes que contempla el Proyecto.....	28
Tabla II. 11	Obras de drenaje del Proyecto.....	28
Tabla II. 12	Superficies del Proyecto.....	32
Tabla II. 13.	Programa de Obra para el Proyecto del Libramiento Sur de Oaxaca.....	34
Tabla II. 14	Ejidó y comunidades por donde cruza el proyecto.....	34
Tabla II. 15.	Superficies de Usos de Suelo en el área del Proyecto.....	35
Tabla II. 16.	Tipos de vegetación por los que incidirá el Proyecto.....	35
Tabla II.17	Requerimiento estimado de mano de obra para el proyecto en sus distintas etapas por frente.....	43



Tabla II.18 Relación de bancos de materiales sugeridos cercanos al proyecto de acuerdo con el Inventario de Bancos de Materiales 2017 del Centro S.C.T., Oaxaca.	45
Tabla II.19 Consumo estimado de agua en el proyecto por etapas.	46
Tabla II.20 Material estimado para conformar las estructuras de pavimento del Proyecto.	46
Tabla II.21 Principales equipos y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas del proyecto.	48
Tabla II. 22 Residuos que podrían generarse en la realización del Proyecto.	50
Tabla II. 23 Incompatibilidad entre residuos.	51
Tabla II. 24 Reactividad entre residuos.	51
Tabla II. 25 Código de reactividad.	51
Tabla II. 26 Transito Diario Promedio Anual (TDPA)	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1 Sección tipo A2 para la Primera Etapa del Proyecto.	24
Figura II. 2 Sección tipo A4 para la Segunda Etapa del Proyecto.	24
Figura II. 3 Sección transversal de las estructuras de pavimento.	41

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa II. 1 Ubicación Física del Proyecto.	11
Mapa II. 2 Ubicación gráfica regional del Proyecto.	13
Mapa II. 3 Ubicación del Proyecto respecto a los rasgos físicos más importantes de la región.	14
Mapa II. 4 Ubicación gráfica local del Proyecto.	21
Mapa II. 5 Principales vías de acceso al Proyecto.	22
Mapa II. 6. Propiedad ejidal actual a lo largo del Proyecto.	36



FUNDAMENTO JURÍDICO

La descripción de las obras y actividades que considera el Proyecto del Libramiento Sur de Oaxaca se realiza en función de lo que establece el Reglamento de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), específicamente en el Artículo 13 del Fracción II "Descripción de las obras o actividades y, en su caso de los programas o planes parciales de desarrollo", usando para su cabal cumplimiento los puntos referentes al Capítulo II de la Guía de Elaboración de la MIA-R y los Términos de Referencia establecidos por la Secretaría de Comunicaciones.

CONSULTA PÚBLICA

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO (NATURALEZA DEL PROYECTO, JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS Y UBICACIÓN)

El Proyecto denominado "Libramiento Sur de Oaxaca", corresponde a la construcción de una Vía General de Comunicación con una longitud aproximada de 67.5 km, en sección tipo A2, en una Primera Etapa el Proyecto contempla una sección de dos carriles, uno en cada sentido, sin franja intermedia con acotamientos laterales de 2.5 metros para un ancho de calzada de 12 metros y un derecho de vía de 60 metros de ancho, el límite del derecho de vía en la primera etapa se localizará del lado derecho a 25 metros a partir del eje central de la carpeta y del lado izquierdo a 35 metros a partir del mismo eje. En la segunda etapa se realizará una ampliación de la corona a 21 metros agregando dos carriles más de 3.5 metros, una franja intermedia de 2 metros para conformar una sección tipo A4 con acotamientos laterales de 2.5 metros, 4 carriles de 3.5 metros de ancho cada uno (dos carriles por sentido) y ubicando el derecho de vía a 29.5 metros del lado derecho del nuevo eje central y a 30.5 metros del lado izquierdo de dicho eje.

El libramiento se desarrollará rodeando la Ciudad de Oaxaca de Juárez por la parte sur, iniciando en el cadenamamiento 235+420 en el entronque tipo trompeta en conexión con la autopista Cuacnopalan-Oaxaca y terminando en el entronque tipo trébol con la carretera federal 190 Oaxaca-Tehuantepec en el cadenamamiento 302+964.69. El Proyecto incluye la construcción de 7 entronques a desnivel de los cuales se construirán 4 en la primera etapa y el resto en la segunda etapa. Asimismo se contempla la construcción de 12 puentes, 16 PIV's (pasos inferiores vehiculares), 24 PSV's (pasos superiores vehiculares), y aproximadamente 78 obras de drenaje menor entre tubos y losas de concreto.

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

La construcción del Libramiento Sur de Oaxaca será parte de un Proyecto Integral de Vialidades que se tiene planeado para la Ciudad de Oaxaca, este proyecto integral incluye la construcción del *Libramiento Sur de Oaxaca* con la implementación de entronques de acceso y salida a la vía carretera 190 desde la Villa de Etla a la ciudad de Oaxaca y Viguera, al Parque del Amor, y a radiales como San Lorenzo Cacaotepec, Monte Albán- San Pedro Iztlahuaca, Aeropuerto-La Raya-Zaachila, San Bartolo Coyotepec-Puerto Escondido y San Bartolo Coyotepec-Pochutla-Huatulco. La importancia de este Proyecto radica en favorecer el flujo continuo para el tránsito de personas, bienes y mercancías desde el centro del país hacia la costa Oaxaqueña, hacia el estado de Chiapas y Centroamérica y enlazará las autopistas de Oaxaca-Puebla, Oaxaca-Istmo y Oaxaca- Costa (Puerto Escondido, Pochutla, Huatulco), por lo cual se considera un Proyecto de gran envergadura en esa región, además de favorecer la conexión entre las localidades más cercanas a la Ciudad de Oaxaca y pro supuesto el acceso a todos los servicios que dicha ciudad presta.

Por tratarse de una obra nueva, el Proyecto contempla las actividades propias de una obra de infraestructura vial como lo son, el trazo y nivelación, desmonte y despalme, construcción de estructuras de soporte, pavimentación y señalización además de la construcción de obras de drenaje para escurrimientos superficiales y obras de entrecruce con otras vialidades como entronques a desnivel, pasos inferiores de vehículos (PIV's) y pasos superiores de vehículos (PSV's) entre otros, con un derecho de vía de 60 metros de ancho.



Como es natural en una obra de este tipo será necesario contar con superficies dentro del mismo DDV del Proyecto que serán ocupadas de manera provisional para la instalación de patios de Maniobras y mantenimiento de maquinaria de construcción y campamentos además de los servicios de bancos de materiales y bancos de tiro que son necesarios para aportar los insumos térreos a utilizarse en la construcción de las estructuras de pavimento y que se localizan fuera del derecho de vía del proyecto.

II.1.2 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de las comunidades y ciudades de la provincia mexicana depende en gran medida de la capacidad de movilidad que permita el flujo de personas y mercancías en el menor tiempo y al menor costo posibles. El crecimiento del centro urbano de la Ciudad de Oaxaca de Juárez la ha convertido en un polo regional de actividades culturales, turísticas, comerciales y administrativas de enorme importancia.

De esta forma las vías de comunicación internas como las principales avenidas en contraste no han aumentado geoméricamente sus dimensiones, motivo por el cuál, al incrementarse los flujos de automotores de todas dimensiones cuyas rutas de destino los obligan a cruzar por la ciudad de Oaxaca generando demoras en sus trayectos, sumando contaminantes atmosféricos y de ruido al centro poblacional de Oaxaca e incrementando de manera significativa los congestionamientos viales con sus respectivas consecuencias para los habitantes. Es por ello que el presente Proyecto constituye una solución a las problemáticas planteadas que a largo plazo redundarán en beneficio de la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Oaxaca de Juárez así como de la movilidad del autotransporte de carga y pasajeros que circula con destino hacia otros centros poblacionales inmediatos como Tehuacán en el Estado de Puebla o Tehuantepec en la costa de Oaxaca al evitar transitar obligadamente por la ciudad de Oaxaca mejorando con ello los tiempos de traslado y aumentando la eficiencia en el transporte en general.

II.1.3 OBJETIVOS

De manera general a continuación se refieren los objetivos que justifican la obra:

- Disminución de los tiempos de traslado de personas y mercancías evitando ingresar a la ciudad de Oaxaca.
- Disminución de los contaminantes atmosféricos y por ruido que los automotores generaban en su paso por la ciudad de Oaxaca.
- Disminución de los congestionamientos del tráfico en las vías principales de la ciudad de Oaxaca como la Avenida Eduardo Vasconcelos o la Avenida Niños Héroes entre otras.
- Promover el desarrollo económico acercando los centros de producción, distribución y consumo a la ciudad de Oaxaca y sus alrededores.
- Mejorar la comunicación terrestre a los principales centros de atención médica regional y nacional.
- Los usuarios de largo itinerario evitarán pasar por el centro de la ciudad manteniendo velocidades constantes y ahorros en la operación.

- Los usuarios locales experimentarán ahorros en tiempos de traslado con alternativas viales y mejores niveles de servicio.

II.1.4 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

El Proyecto se localizará específicamente al sur de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, tendrá su inicio en el cadenamiento 235+420 de coordenadas X_{UTM} :730,413, Y_{UTM} : 1,898,616 en el Municipio de Soledad ETLA y finaliza en el cadenamiento 302+964.69 de coordenadas X_{UTM} :761,740, Y_{UTM} : 1,881,887 en el Municipio de San Jerónimo Tlacoahuaya. En la siguiente tabla se presenta el cadenamiento del Proyecto y las coordenadas UTM de los cadenamientos a cada 1,000 m.

Tabla II. 1 Cadenamiento del Proyecto con coordenadas UTM.

Cadenamiento	Coordenada X_{UTM}	Coordenada Y_{UTM}
235+420	730,413	1,898,616
237+000	731,101	1,897,421
238+000	730,648	1,896,530
239+000	730,286	1,895,597
240+000	729,942	1,894,642
241+000	730,285	1,893,728
242+000	730,102	1,892,896
243+000	729,609	1,892,140
244+000	729,612	1,891,140
245+000	729,187	1,890,300
246+000	728,999	1,889,414
247+000	729,294	1,888,459
248+000	729,617	1,887,517
249+000	729,202	1,886,628
250+000	728,824	1,885,735
251+000	729,591	1,885,146
252+000	730,030	1,884,256
253+000	730,647	1,883,470
254+000	731,159	1,882,678
255+000	731,680	1,881,894
256+000	732,153	1,880,992
257+000	732,262	1,880,023
258+000	732,274	1,879,027
259+000	732,441	1,878,043



Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
260+000	732,591	1,877,113
261+000	732,900	1,876,174
262+000	733,229	1,875,247
263+000	733,835	1,874,483
264+000	734,191	1,873,627
265+000	734,349	1,872,648
266+000	734,636	1,871,684
267+000	735,421	1,871,092
268+000	736,341	1,870,720
269+000	737,326	1,870,549
270+000	738,313	1,870,376
271+000	739,297	1,870,207
272+000	740,281	1,870,036
273+000	741,269	1,869,873
274+000	742,268	1,869,901
275+000	743,187	1,870,226
276+000	743,992	1,869,744
277+000	370,828	3,689,716
278+000	745,866	1,870,080
279+000	746,841	1,869,874
280+000	747,806	1,870,101
281+000	748,778	1,870,071
282+000	749,282	1,869,261
283+000	749,673	1,868,523
284+000	750,601	1,868,344
285+000	751,491	1,867,974
286+000	752,148	1,868,689
287+000	752,871	1,869,331
288+000	753,803	1,869,692
289+000	754,632	1,870,233
290+000	755,366	1,870,932
291+000	756,113	1,871,578
292+000	756,660	1,872,401
293+000	757,091	1,873,304
294+000	757,507	1,874,213



Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
295+000	758,037	1,875,069
296+000	758,481	1,875,956
297+000	758,701	1,876,930
298+000	758,882	1,877,913
299+000	759,372	1,878,764
300+000	760,029	1,879,518
301+000	760,626	1,880,318
302+000	761,120	1,881,187
302+964.69	761,740	1,881,887

Tabla II. 2 Puntos de Inflexión PC o TE del Proyecto con coordenadas UTM.

Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
235+934.54	731,012.07	1,898,198.34
237+679.45	730,787.95	1,896,704.65
239+819.01	729,998.35	1,894,717.09
241+188.59	730,366.17	1,893,439.87
242+234.23	729,901.15	1,892,670.07
244+107.05	729,617.96	1,890,917.90
245+090.86	729,119.32	1,890,124.41
246+456.45	729,125.39	1,888,858.13
247+717.01	729,559.81	1,887,675.47
248+523.15	729,407.61	1,886,938.76
249+027.99	729,199.77	1,886,485.84
249+526.61	728,950.35	1,886,061.00
250+670.91	729,332.60	1,885,223.17
251+600.23	729,830.23	1,884,479.80
252+680.92	730,475.89	1,883,621.05
253+324.42	730,720.40	1,883,037.03
254+104.27	731,254.69	1,882,510.34
254+757.55	731,595.85	1,881,981.00
255+307.82	731,853.60	1,881,497.59
256+162.72	732,222.66	1,880,727.94
257+107.72	732,251.60	1,879,801.66
258+072.37	732,284.71	1,878,839.88
258+743.27	732,413.15	1,878,182.23
259+346.23	732,388.63	1,877,586.40
259+964.79	732,572.04	1,877,027.29
260+654.29	732,804.47	1,876,389.98



Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
261+258.71	733,042.62	1,875,839.79
261+884.21	733,217.08	1,875,246.61
262+372.72	733,392.06	1,874,795.59
263+077.98	733,904.24	1,874,324.17
264+046.04	734,194.78	1,873,466.46
264+797.65	734,312.45	1,872,726.89
265+832.13	734,593.17	1,871,731.45
267+390.54	735,768.95	1,870,789.41
272+807.13	741,082.98	1,869,783.55
274+212.18	742,485.02	1,869,797.35
274+814.39	743,030.06	1,870,023.22
275+985.24	743,986.82	1,869,639.94
276+925.91	744,827.32	1,869,662.66

Tabla II. 3 Puntos de Inflexión EC del Proyecto con coordenadas UTM.

Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
236+084.54	731,141.43	1,898,122.84
239+969.01	729,953.18	1,894,574.28
241+338.59	730,417.64	1,893,299.21
242+384.23	729,773.44	1,892,591.82
244+228.05	729,614.66	1,890,797.00
245+237.86	729,013.43	1,890,022.70
247+850.01	729,603.28	1,887,549.86
248+656.15	729,326.28	1,886,833.63
249+160.99	729,159.15	1,886,359.28
249+676.61	728,863.11	1,885,939.25
250+803.91	729,449.94	1,885,160.74
251+709.23	729,870.99	1,884,378.74
252+789.92	730,544.39	1,883,536.30
254+254.27	731,379.60	1,882,427.67
254+862.55	731,631.07	1,881,882.09
256+267.72	732,262.23	1,880,630.70
258+864.27	732,437.40	1,878,063.73
259+493.23	732,371.81	1,877,440.53
260+097.79	732,652.98	1,876,921.86
260+759.29	732,827.25	1,876,287.49
261+367.71	733,098.24	1,875,746.07
261+993.21	733,235.49	1,875,139.20
262+481.72	733,448.78	1,874,702.53



Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
263+210.98	734,010.67	1,874,244.55
264+151.04	734,192.90	1,873,361.49
265+941.13	734,626.48	1,871,627.68
274+345.18	742,617.43	1,869,809.11
274+964.39	743,159.18	1,870,099.16
276+135.24	744,097.68	1,869,539.20

Tabla II. 4 Puntos de Inflexión PI o PST del Proyecto con coordenadas UTM.

Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
235+420.00	730,552.91	1,898,430.57
236+436.64	731,460.12	1,897,971.72
237+888.43	730,690.01	1,896,520.04
240+065.42	729,910.09	1,894,487.03
241+650.60	730,550.65	1,893,016.30
242+561.59	729,612.27	1,892,516.08
244+469.26	729,619.24	1,890,555.70
245+454.94	728,843.65	1,889,886.60
246+696.15	729,188.72	1,888,626.94
248+123.42	729,707.48	1,887,296.84
248+713.60	729,285.34	1,886,792.76
249+213.81	729,149.87	1,886,306.84
250+130.71	728,569.67	1,885,591.95
250+967.05	729,599.22	1,885,094.29
251+787.51	729,896.13	1,884,304.50
252+927.34	730,635.30	1,883,433.14
253+578.40	730,773.74	1,882,788.71
254+336.71	731,455.86	1,882,393.91
254+956.94	731,659.86	1,881,792.16
255+510.26	731,964.84	1,881,328.45
256+474.94	732,345.84	1,880,441.05
257+303.05	732,223.12	1,879,608.41
258+247.70	732,298.72	1,878,665.11
258+936.99	732,457.82	1,877,993.72
259+631.26	732,340.90	1,877,305.39
260+174.81	732,706.28	1,876,865.77
260+912.99	732,856.75	1,876,136.62
261+473.57	733,156.65	1,875,657.68
262+084.82	733,246.25	1,875,048.14
262+599.63	733,505.52	1,874,599.08
263+459.73	734,218.53	1,874,107.48



Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
264+213.99	734,188.56	1,873,298.62
264+965.96	734,348.10	1,872,562.40
266+202.04	734,697.81	1,871,376.64
267+645.22	735,992.28	1,870,666.98
268+165.00	736,509.06	1,870,577.67
269+080.00	737,410.61	1,870,421.14
269+165.00	737,494.36	1,870,406.60
269+300.00	737,627.37	1,870,383.51
270+083.93	738,399.78	1,870,249.40
271+150.00	739,450.19	1,870,067.04
271+560.00	739,854.16	1,869,996.90
272+409.61	740,691.30	1,869,851.55
273+062.34	741,334.44	1,869,739.89
274+438.12	742,710.69	1,869,808.62
275+238.34	743,381.97	1,870,259.69
276+372.88	744,257.59	1,869,362.50
277+093.33	744,975.45	1,869,740.71
277+500.00	745,369.07	1,869,848.21

Tabla II. 5 Puntos de Inflexión CE del Proyecto con coordenadas UTM.

Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
236+597.20	731,286.96	1,897,664.47
240+142.82	729,957.02	1,894,401.78
241+810.22	730,270.67	1,892,877.23
242+686.18	729,621.89	1,892,338.28
244+671.83	729,434.09	1,890,400.88
245+607.14	728,908.67	1,889,678.94
248+329.51	729,527.88	1,887,090.39
248+766.81	729,274.82	1,886,735.87
249+262.82	729,112.47	1,886,268.93
250+277.62	728,982.85	1,885,402.20
251+106.90	729,651.88	1,884,939.60
251+862.96	729,948.78	1,884,246.44
253+056.69	730,661.64	1,883,298.19
254+403.98	731,473.98	1,882,312.50
255+049.64	731,713.08	1,881,714.17
256+668.64	732,313.64	1,880,236.31
259+005.80	732,441.95	1,877,922.55
259+741.21	732,435.40	1,877,203.97



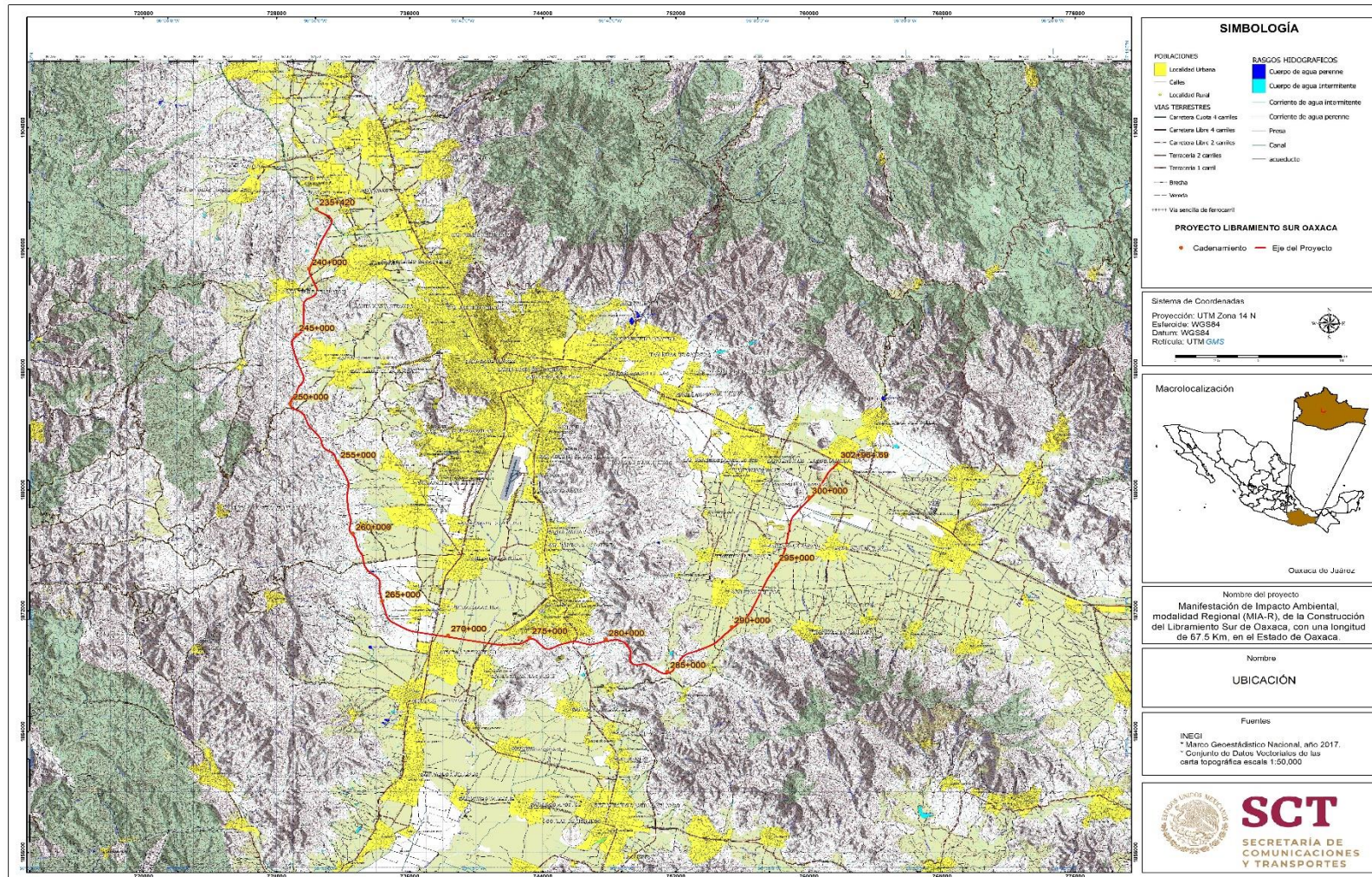
Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
260+245.50	732,716.85	1,876,789.12
261+062.18	732,939.69	1,876,007.18
261+574.59	733,169.49	1,875,552.51
262+172.71	733,294.33	1,874,970.05
262+711.59	733,604.10	1,874,534.26
263+653.35	734,204.18	1,873,858.90
264+275.62	734,203.86	1,873,237.48
266+429.93	734,927.90	1,871,253.45
274+522.59	742,785.12	1,869,864.82
275+393.27	743,567.24	1,870,057.00
276+519.64	744,464.09	1,869,481.45
236+747.20	731,224.82	1,897,528.18
238+096.89	730,615.16	1,896,324.92
240+292.82	730,008.49	1,894,261.12
241+960.22	730,142.96	1,892,798.97
242+836.18	729,613.44	1,892,188.74
244+792.83	729,344.98	1,890,319.09
245+754.14	728,939.84	1,889,535.46
246+935.42	729,275.82	1,888,403.62
248+462.51	729,446.55	1,886,985.26
248+899.81	729,234.20	1,886,609.31
249+395.82	729,032.77	1,886,162.56
250+427.62	729,113.56	1,885,329.05
251+239.90	729,703.43	1,884,817.09
251+971.96	730,017.28	1,884,161.69
253+165.69	730,687.06	1,883,192.22
253+802.56	730,993.56	1,882,661.48
254+553.98	731,530.49	1,882,173.78
255+154.64	731,769.43	1,881,625.58
255+711.66	732,044.71	1,881,142.43
256+773.64	732,300.31	1,880,132.17
257+496.72	732,238.72	1,879,413.70
258+422.35	732,339.15	1,878,494.50
259+126.80	732,425.38	1,877,802.73
259+888.21	732,523.08	1,877,086.19
260+378.50	732,748.73	1,876,660.08
261+167.18	732,994.05	1,875,917.36
261+683.59	733,187.90	1,875,445.10
262+281.71	733,346.56	1,874,874.41
262+820.59	733,692.33	1,874,470.28



Cadenamiento	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
263+786.35	734,204.40	1,873,725.98
264+380.62	734,224.13	1,873,134.47
265+134.12	734,395.71	1,872,400.96
266+538.93	735,022.19	1,871,198.81
267+895.26	736,243.25	1,870,623.61
273+315.45	741,589.35	1,869,752.62
274+655.59	742,898.24	1,869,934.64
275+543.27	743,678.10	1,869,956.26
276+669.64	744,600.57	1,869,543.20
277+259.42	745,136.98	1,869,784.82

La ubicación física del Proyecto se puede observar en el Siguiete Mapa.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa II. 1 Ubicación Física del Proyecto.

II.1.4.1 Representación Gráfica Regional

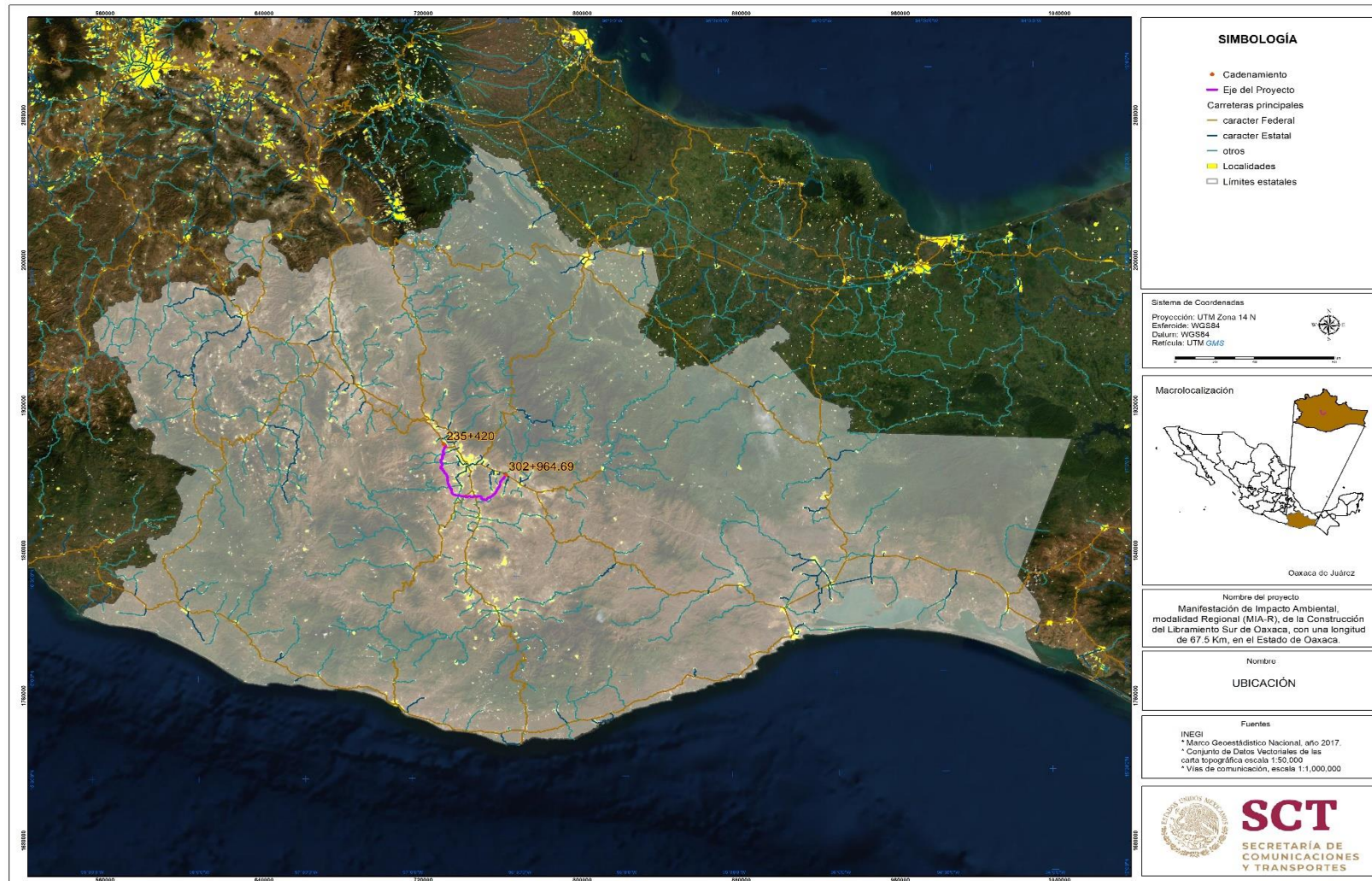
El Proyecto a nivel regional se localiza en el Estado de Oaxaca en su porción central, bordeando prácticamente la zona urbana de la Ciudad de Oaxaca.

En esta porción del territorio de Oaxaca el Proyecto se localiza en la Región Hidrológica No. 20 denominada "Costa Chica – Río Verde", la cuenca hidrológica en la que se localiza el Proyecto corresponde a la Cuenca "Río Atoyac" y a la Subcuenca "Río Atoyac – Oaxaca de Juárez", según datos del INEGI.

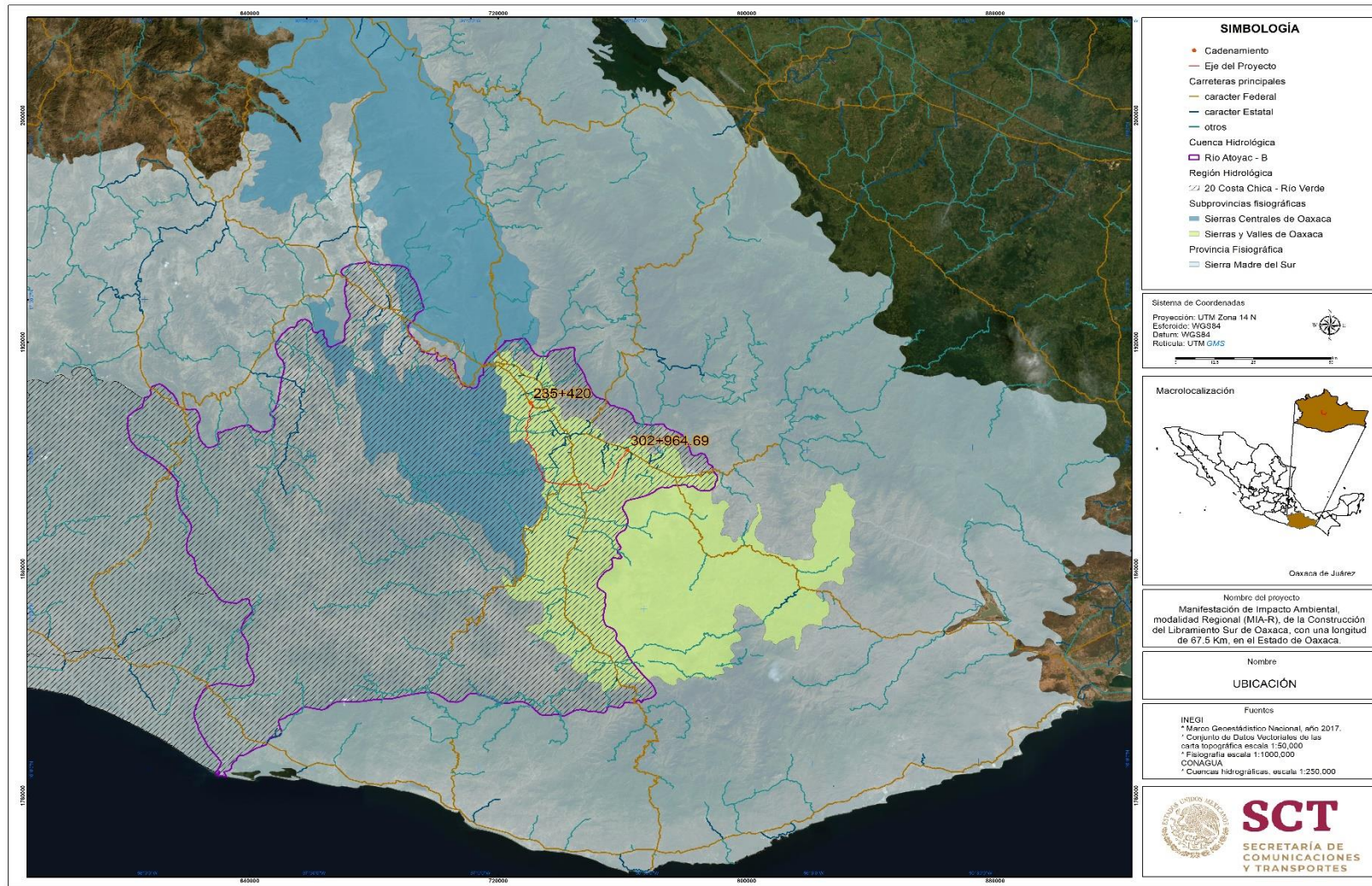
A nivel fisiográfico y de acuerdo con datos del INEGI, el Proyecto se localiza en la Provincia Fisiográfica denominada Sierra Madre del Sur (con Clave No. 12), y en las Subprovincias Fisiográficas denominadas: Sierras Centrales de Oaxaca, Sierras Orientales y la de Sierras y Valles de Oaxaca.

Los principales rasgos que caracterizan la región se describen con detalle en el Capítulo IV de esta Manifestación de Impacto Ambiental.

Asimismo, a continuación, en los siguientes Mapas se representan los rasgos descritos anteriormente.



Mapa II. 2 Ubicación gráfica regional del Proyecto.



Mapa II. 3 Ubicación del Proyecto respecto a los rasgos físicos más importantes de la región.



II.1.4.2 Representación Gráfica Local

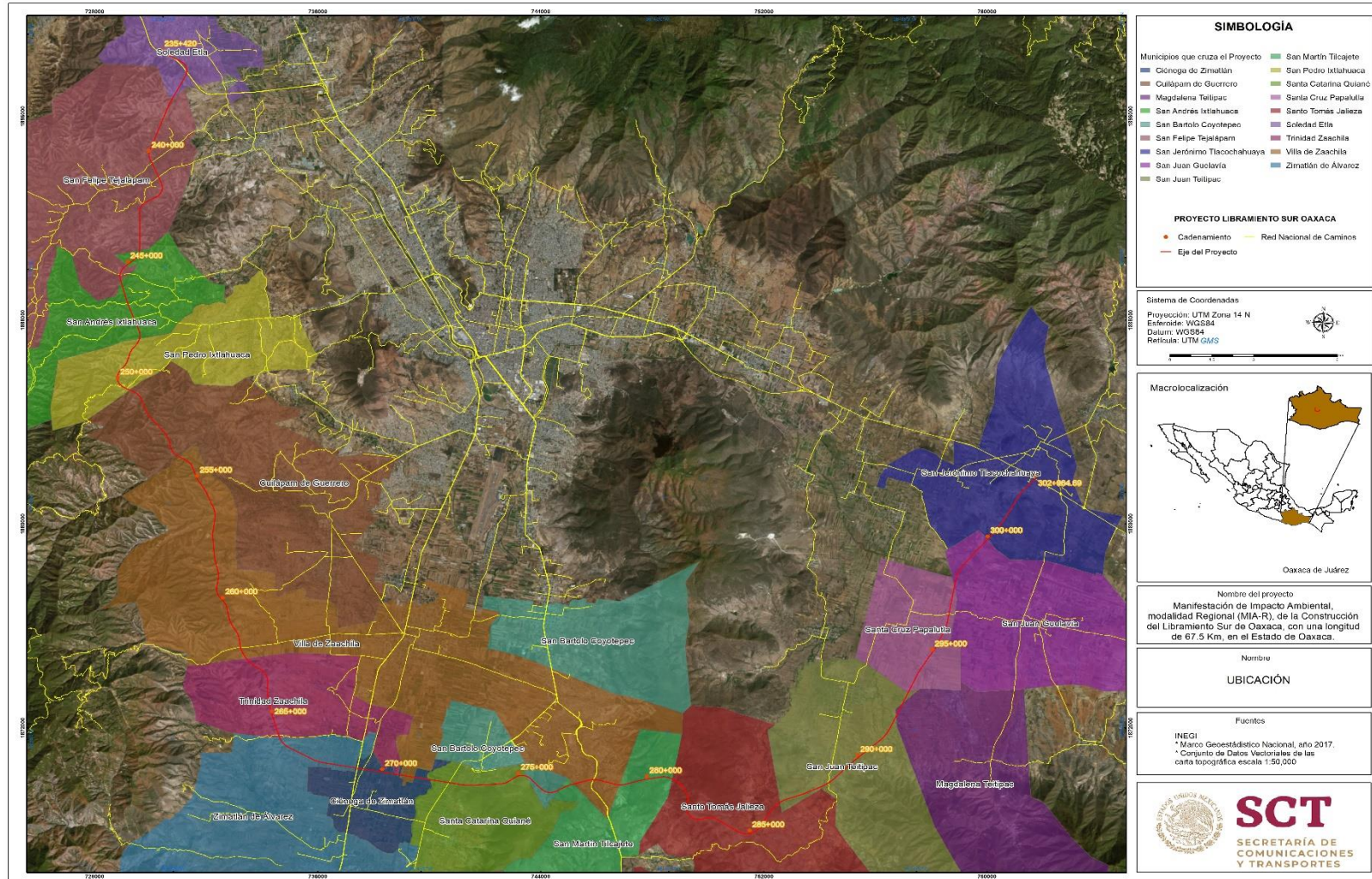
A nivel local el Proyecto incide sobre los límites territoriales de 18 municipios del Estado de Oaxaca, y aunque no incida en el municipio de Oaxaca de Juárez en donde se localiza la zona urbana o Ciudad de Oaxaca, su origen se fundamenta en desviar el mayor tránsito posible de dicha zona, para apoyar el desahogo de tráfico que forzosamente tiene que cruzar la zona urbana para acceder a otros centros de importancia económicos del sureste mexicano.

Los municipios en los que incidirá el Proyecto son los siguientes:

Tabla II. 6 Municipios en los que se localiza el Proyecto

Clave	Municipio	Longitud (km)	Superficie (km ²)	Porcentaje (%)
13	Ciénega de Zimatlán	2.14	0.128	3.16
23	Cuilápam de Guerrero	3.22	0.193	4.76
51	Magdalena Teitipac	0.56	0.032	0.79
92	San Andrés Ixtlahuaca	3.16	0.190	4.69
115	San Bartolo Coyotepec	1.42	0.086	2.11
135	San Felipe Tejalápam	7.32	0.439	10.83
197	San Juan Guelavía	2.27	0.136	3.35
219	San Juan Teitipac	5.99	0.360	8.88
243	San Martín Tilcajete	2.51	0.150	3.70
310	San Pedro Ixtlahuaca	2.45	0.147	3.63
369	Santa Catarina Quiané	3.6	0.216	5.34
380	Santa Cruz Papalutla	4.49	0.270	6.67
530	Santo Tomás Jalieza	5.76	0.346	8.53
539	Soledad Etla	2.22	0.134	3.30
550	San Jerónimo Tlacoahuaya	2.98	0.179	4.41
555	Trinidad Zaachila	3.55	0.213	5.26
565	Villa de Zaachila	10.82	0.650	16.04
570	Zimatlán de Álvarez	3.08	0.184	4.55
			4.053	100.00

A continuación en el siguiente Mapa se puede observar la representación gráfica local del Proyecto.



Mapa II. 4 Ubicación gráfica local del Proyecto.

II.1.5 VÍAS DE ACCESO AL PROYECTO

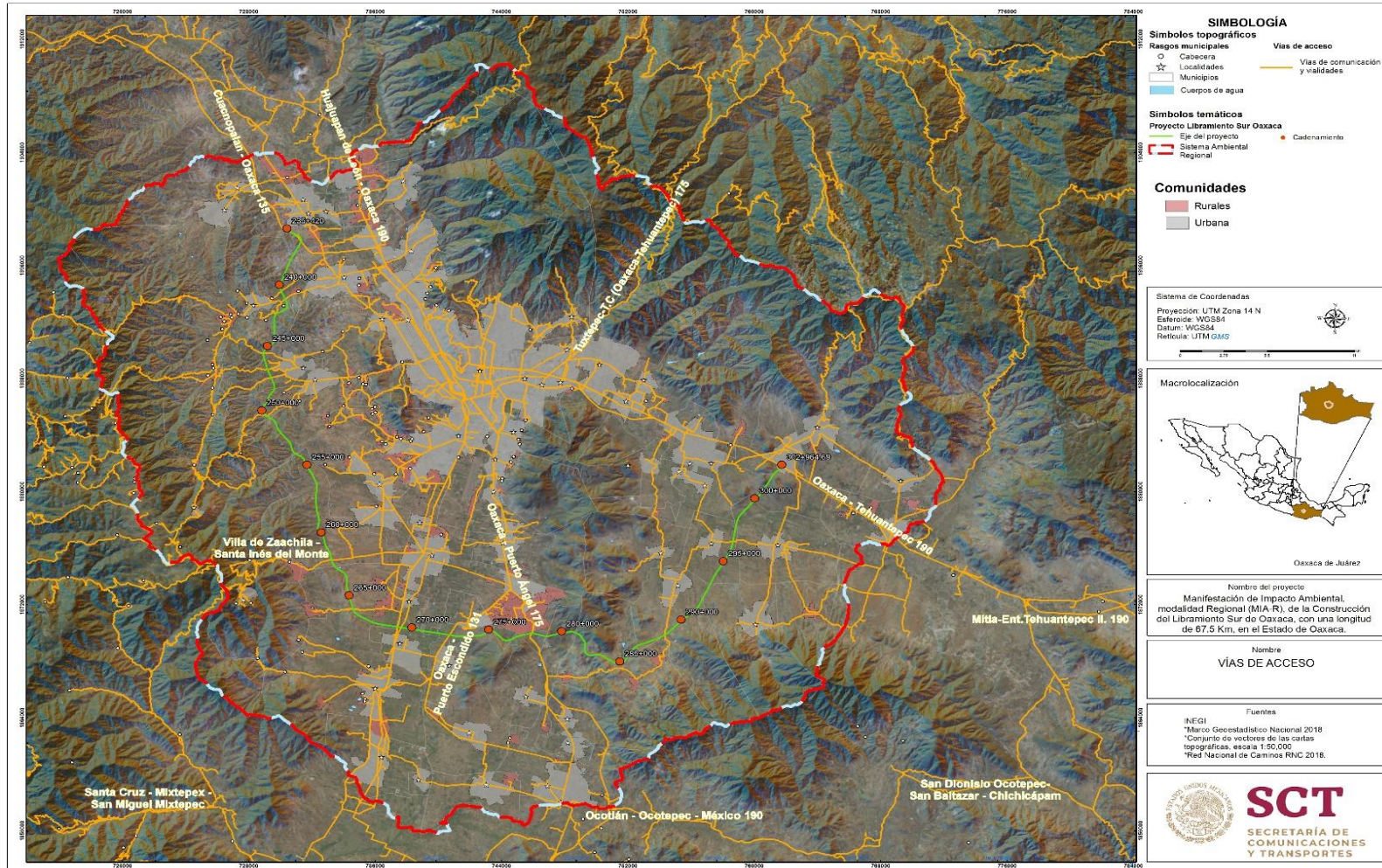
El acceso al inicio del Proyecto será por la Autopista 135D Tehuantepec-Oaxaca en el municipio de ETLA a partir de este punto, el acceso a la obra puede realizarse por los distintos caminos y vías con las cuales cruzará el Proyecto, en la Tabla II.9 se muestran los cruces que tendrá el Proyecto con las vías o caminos existentes por los cuales se podrá acceder a la zona de obra durante la etapa de construcción ya que en estos puntos serán construidos pasos superiores o inferiores vehiculares, cabe señalar que de manera temporal mientras dure la construcción del Proyecto se habilitarán algunos caminos interparcelarios que permitirán el tránsito entre parcelas dentro del derecho de vía.

Asimismo en las zonas de menor acceso por vías existentes, se accederá al Proyecto a través del mismo DDV, con lo cual se podrá evitar la afectación de zonas adyacentes para la apertura de caminos de acceso.

Al final del Proyecto su acceso podrá realizarse a través de la Carretera Federal 135 Tehuantepec-Oaxaca, y por diversos caminos locales y terracerías existentes, ya que de ese lado existe una mayor cantidad de caminos pavimentados y de terracería.

Hacia el sur del Proyecto se podrá acceder a través de la Carretera Federal 131 Oaxaca-Puerto Escondido y la 175 Piedras Negras San Mateo-Río Hondo, las cuales tienen comunicación hasta la costa de Oaxaca, por lo que el Libramiento será una Vía de Comunicación que podrá acercar a diversas comunidades entre los Valles Centrales de Oaxaca y la Sierra Sur

A continuación en el siguiente Mapa, pueden observarse las principales Vías de Comunicación al Proyecto.



Mapa II. 5 Principales vías de acceso al Proyecto.

II.1.6 INVERSIÓN REQUERIDA

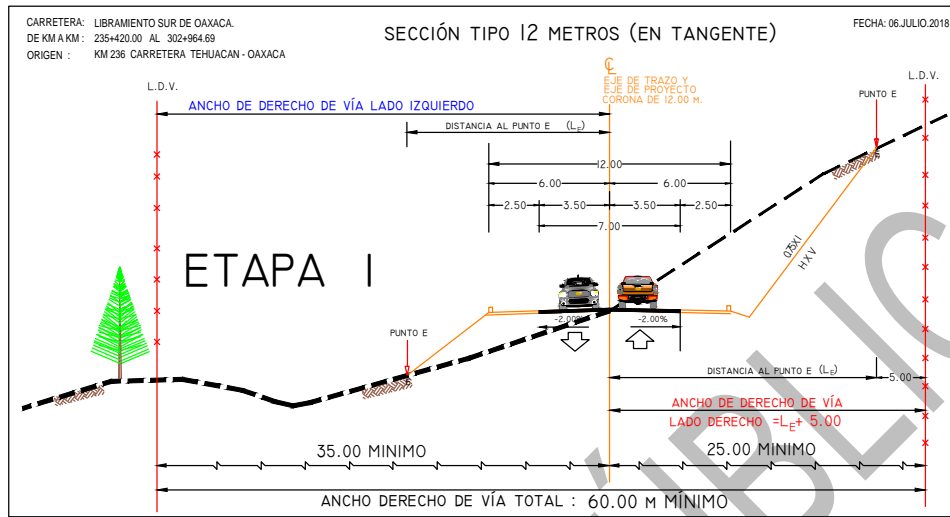
La construcción del Libramiento Sur de Oaxaca tendrá un costo de \$4,739,513,616.01 (Cuatro Mil Setecientos Treinta y Nueve mil millones, Quinientos Trece Mil, Seiscientos Diez y Seis Pesos Mexicanos 01/100) y en virtud de que la longitud del libramiento será de 67.5 km resulta un costo de \$70,215,016.53 por kilómetro o \$3,582,398.80 USD por kilómetro.

Mediante un “Estudio Técnico Económico” se estimarán los montos para la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes. La elaboración y entrega del Estudio Técnico Económico obedecerá a lo dispuesto por los artículos 51, 53 y 54 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en donde se declara que la Secretaría podrá exigir a la Promovente el otorgamiento de un instrumento económico (seguro o garantía) que garantice el cumplimiento ambiental establecido en la autorización ambiental y las medidas de mitigación, compensación, restauración, prevención y control propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto; donde además sean considerados los posibles daños ambientales por el incumplimiento o mala aplicación de las medidas establecidas.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, (ÁREAS OCUPADAS TEMPORALMENTE, SUPERFICIE DE AFECTACIÓN, ETC.).

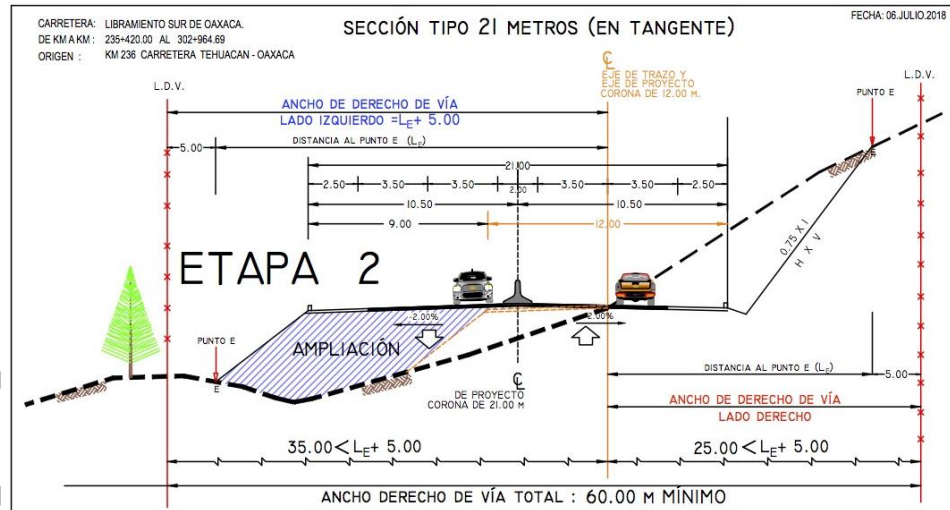
Como se ha mencionado, el Proyecto contempla la construcción de un libramiento carretero en dos etapas, en la Primer Etapa se construirá una sección tipo A2, con corona de 12 metros de ancho; la cual contará con dos carriles de 3.5 metros de ancho cada uno, un carril en cada sentido sin franja central y con acotamientos de 2.5 metros de ancho (Ver Figura II.1). El derecho de vía será de 60 metros de ancho y durante la Primera Etapa se encontrará a 25 metros del eje central de la corona hacia la derecha y a 35 metros a partir del eje central de la corona hacia el lado izquierdo.

Se prevé la operación del Proyecto en la Primera Etapa al menos en un año, para dar continuidad a la Segunda Etapa y que corresponderá a la ampliación del Proyecto de una carretera tipo A2 a una carretera con sección tipo A4, a la que se le agregará una faja central de 2 metros de ancho en donde se alojará la barra de contención y dos carriles de 3.5 metros de ancho cada uno y recorriendo el acotamiento lateral izquierdo para conformar un ancho de calzada de 21 metros de ancho tal como se muestra en la Figura II.2.



DEFINICIÓN DEL DERECHO DE VÍA	
LADO IZQUIERDO	LADO DERECHO
El derecho de vía del lado izquierdo será 35 m como mínimo o la distancia L_E para corona de $21.00 + 5$ m, la que resulte mayor, desde el eje de trazo.	El derecho de vía del lado derecho será 25 m como mínimo o la distancia L_E para corona de $12.00 + 5$ m, la que resulte mayor, desde el eje de trazo.

Figura II. 1 Sección tipo A2 para la Primera Etapa del Proyecto.



DEFINICIÓN DEL DERECHO DE VÍA	
LADO IZQUIERDO	LADO DERECHO
El derecho de vía del lado izquierdo será 35 m como mínimo o la distancia L_E para corona de $21.00 + 5$ m, la que resulte mayor, desde el eje de trazo.	El derecho de vía del lado derecho será 25 m como mínimo o la distancia L_E para corona de $12.00 + 5$ m, la que resulte mayor, desde el eje de trazo.

Figura II. 2 Sección tipo A4 para la Segunda Etapa del Proyecto.



En la siguiente tabla se describen las características particulares del Proyecto.

Tabla II. 7 Características geométricas del Proyecto.

Infraestructura	Propiedades
Etapas	
Etapas I	
Diseño tipo	A2
Curvatura máxima	4°
Ancho de corona	12 m.
Espesor de pavimento	10 cm
Velocidad de Proyecto	110 km/hr
Pendiente gobernadora	3%
Ancho de calzada	7 m.
Pendiente máxima	5%
Longitud	67.5 km
Accesos	Entronque 235+420
Derecho de vía	60 m.
Ancho de barrera central	No hay
Número de carriles	2
Superficie de ocupación temporal como patios de maquinaria, Almacenes de Obra y campamentos	
Etapas II	
Diseño tipo	A4
Curvatura máxima	4°
Ancho de corona	21 m.
Espesor de pavimento	10 cm
Velocidad de Proyecto	110 km/hr
Pendiente gobernadora	3%
Ancho de calzada	7 m.
Pendiente máxima	5%
Longitud	67.5 km
Accesos	Entronque 235+420
Derecho de vía	60 m.
Ancho de barrera central	2 m.
Número de carriles	4
Superficie de ocupación temporal como patios de maquinaria, Almacenes de Obra y campamentos	Al menos 2,200 m ²

Nota*: De acuerdo con la clasificación del Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 2018

En el **Anexo II.1**, se puede consultar el Plano de la Planta del Proyecto.

II.2.1 OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

II.2.1.1 Construcción de Entronques, Pasos Vehiculares, Puentes y Obras de drenaje.



De manera casi simultánea se realiza la construcción de las obras de drenaje y cruce del Proyecto con otras vías de comunicación o con los escurrimientos superficiales tales como ríos o escurrimientos intermitentes, durante la primera etapa se construirán 4 entronques, el de inicio en el cadenamiento 236+500, el entronque del final en el cadenamiento 302+960 y dos entronques intermedios, asimismo se construirán 12 puentes, 16 PIV's (Pasos Inferiores Vehiculares), 24 PSV's (Pasos Superiores Vehiculares) y algunas otras obras de cruce cuyo número aún no queda definido hasta el momento pero que de manera aproximada podría ser 78 y que se enlistan en las siguientes tablas.

En la siguiente tabla se enlistan los entronques considerados y los cadenamientos donde se localizan de acuerdo con el Proyecto así como el tipo de entronque de acuerdo a su forma y funcionamiento (según los diseños conceptuales con los que hasta ahora se cuenta, pues es importante mencionar que el Proyecto Ejecutivo está siendo aún revisado para su autorización en la Dirección General de Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y el diseño aquí presentado es la aproximación más real y cercana a lo que será el Proyecto Ejecutivo del Libramiento Sur de Oaxaca).

Tabla II. 8 Entronques del Proyecto.

Entronque	Cadenamiento	Tipo
E0	236+500	Trompeta
E1	247+300	Medio Trébol Diagonal
E2	269+080	Diamante
E3	272+400	Trébol
E4	278+040	Trébol
E5	293+260	Diamante
E6	302+960	Trébol

En la tabla siguiente se enlistan los pasos vehiculares considerados en el Proyecto de los cuales 16 será Pasos Inferiores Vehiculares (PIV) y 24 serán Pasos Superiores Vehiculares.

Tabla II. 9 Pasos Vehiculares que contempla el Proyecto.

ID	Tipo	Cadenamiento	Cad. Inicio	Cad Final
1	PSV	238+506	238+486	238+526
2	PSV	239+680	239+660	239+700
3	PSV	240+381	240+361	240+401
4	PSV	241+000	240+980	241+020
5	PSV	241+689	241+669	241+709
6	PSV	243+290	243+270	243+310
7	PSV	243+872	243+852	243+892
8	PSV	245+510	245+490	245+530
9	PIV	246+667	246+647	246+687



ID	Tipo	Cadenamiento	Cad. Inicio	Cad Final
10	PIV	250+171	250+151	250+191
11	PSV	252+151	252+131	252+171
12	PSV	252+777	252+757	252+797
13	PIV	254+781	254+761	254+801
14	PSV	256+769	256+749	256+789
15	PSV	258+440	258+420	258+460
16	PIV	261+847	261+827	261+867
17	PIV	265+857	265+837	265+877
18	PIV	267+246	267+226	267+266
19	PIV	268+155	268+135	268+175
20	PSV	269+338	269+318	269+358
21	PIV	270+925	270+905	270+945
22	PSV	272+741	272+721	272+761
23	PIV	275+340	275+320	275+360
24	PSV	276+050	276+030	276+070
25	PIV	277+251	277+231	277+271
26	PSV	278+637	278+617	278+657
27	PSV	284+707	284+687	284+727
28	PSV	285+158	285+138	285+178
29	PIV	286+309	286+289	286+329
30	PSV	288+565	288+545	288+585
31	PSV	289+197	289+177	289+217
32	PIV	290+347	290+327	290+367
33	PIV	291+240	291+220	291+260
34	PSV	294+151	294+131	294+171
35	PIV	294+622	294+602	294+642
36	PSV	295+740	295+720	295+760
37	PIV	297+746	297+726	297+766
38	PSV	299+230	299+210	299+250
39	PIV	300+622	300+602	300+642
40	PSV	301+695	301+675	301+715

Asimismo, en la siguiente lista se presentan los 12 puentes que contempla el proyecto así como el nombre y sus cadenamientos de inicio y fin estimados. Esto con la finalidad de que se contemplen dentro de la solicitud de autorización del Proyecto desde ahora, a su vez, el diseño de los Puentes considerados aún se encuentra en etapa inicial por los que en el presente Estudio únicamente se refiere su ubicación y el cadenamiento aproximado de inicio y final.



Tabla II. 10 Puentes que contempla el Proyecto.

Puente	Cadenamiento	Cadenamiento de Inicio	Cadenamiento Final	Nombre
P-1	240+820	240+789	240+851	Río San Pablo
P-2	253+740	253+696	253+784	Río El Valiente
P-3	262+080	262+005	262+155	Río Grande
P-4	270+100	270+026	270+175	Arroyo Zimatlan 1
P-5	270+810	270+736	270+885	Arroyo Zimatlan 2
P-6	271+920	271+712	272+129	Río Atoyac
P-7	281+900	281+826	281+975	Viaducto San Pedro
P-8	285+320	285+246	285+395	Río Jalieza
P-9	288+400	288+325	288+475	Teitipac
P-10	288+660	288+585	288+735	Papalutla
P-11	294+300	294+224	294+377	Guelavia
P-12	298+200	298+122	298+279	Río Tlacolula

De acuerdo con el proyecto resulta natural que existan cruces con los escurrimientos superficiales, derivado de lo anterior **se proponen las siguientes 78 obras de drenaje menor las cuales cabe señalar que serán aceptadas o denegadas de acuerdo con el proyecto definitivo de obras menores.**

En la siguiente tabla se enlistan las obras de drenaje menor propuestas o sugeridas así como el tipo de obra ya sean tubos "T" o losas de concret "L" y las dimensiones mínimas sugeridas. Esta aproximación de obras de drenaje menor se sugiere con base en los escurrimientos presentes a lo largo del trazo del Proyecto.

Tabla II. 11 Obras de drenaje del Proyecto.

ID	Cadenamiento aproximado de ubicación	Tipo	Dimensiones (m)
1	237+530	T	1.2 Φ
2	237+621	T	1.2 Φ
3	238+550	T	1.2 Φ
4	239+269	T	1.2 Φ
5	239+780	T	1.2 Φ
6	240+686	T	1.2 Φ
7	240+894	T	1.2 Φ



ID	Cadenamiento aproximado de ubicación	Tipo	Dimensiones (m)
8	243+434	T	1.2 Φ
9	244+075	T	1.2 Φ
10	245+649	L	2x2
11	246+000	L	2x2
12	246+389	L	2x2
13	247+038	L	2x2
14	248+108	L	2x2
15	248+388	L	2x2
16	248+911	L	2x2
17	249+386	L	2x2
18	249+946	L	2x2
19	250+072	L	2x2
20	250+633	L	2x2
21	251+265	L	2x2
22	252+906	L	2x2
23	253+500	L	2x2
24	253+826	L	2x2
25	254+682	L	2x2
26	254+980	T	1.2 Φ
27	255+878	L	2x2
28	256+112	L	2x2
29	256+474	T	1.2 Φ
30	256+722	T	1.2 Φ
31	257+337	T	1.2 Φ
32	257+858	T	1.2 Φ
33	258+262	L	2x2
34	258+428	L	2x2
35	258+873	L	2x2
36	259+048	L	2x2
37	259+480	T	1.2 Φ
38	259+673	T	1.2 Φ
39	259+990	T	1.2 Φ
40	260+334	T	1.2 Φ
41	260+817	L	2x2



ID	Cadenamiento aproximado de ubicación	Tipo	Dimensiones (m)
42	261+231	L	2x2
43	262+088	L	2x2
44	262+643	L	2x2
45	263+259	L	2x2
46	263+670	T	2x2
47	264+117	T	1.2Φ
48	264+338	T	1.2Φ
49	264+668	T	1.2Φ
50	265+146	T	1.2Φ
51	265+447	T	1.2Φ
52	266+025	T	1.2Φ
53	266+351	T	1.2Φ
54	274+660	L	1.2Φ
55	275+563	L	2x2
56	276+042	T	1.2Φ
57	276+400	T	1.2Φ
58	276+701	L	2x2
59	277+034	T	1.2Φ
60	278+460	T	1.2Φ
61	278+902	T	1.2Φ
62	279+416	L	2x2
63	280+500	L	2x2
64	280+776	L	2x2
65	281+125	T	1.2Φ
66	281+544	L	2x2
67	284+255	T	1.2Φ
68	285+900	T	1.2Φ
69	288+907	T	1.2Φ
70	289+635	T	1.2Φ
71	290+045	T	1.2Φ
72	291+129	T	1.2Φ
73	291+536	T	1.2Φ
74	291+970	T	1.2Φ
75	292+551	T	1.2Φ



ID	Cadenamiento aproximado de ubicación	Tipo	Dimensiones (m)
76	295+233	T	1.2 Φ
77	300+229	T	1.2 Φ
78	301+642	T	1.2 Φ

Simbología: T= Tubo y L= Losa.

También es importante mencionar que como parte de las medidas de mitigación se integra a esta MIA-R una Propuesta para la Ubicación y Dimensiones de Pasos de Fauna que de acuerdo con las posibles rutas de desplazamiento y corredores en donde la fauna silvestre presente en la región se esté moviendo, se propone la adecuación de 34 obras de drenaje de la Tabla anterior como pasos mixtos. Esta información se puede consultar en el Capítulo VI de esta MIA-R y en el Estudio Anexo Propuesta y Diseño de Pasos de Fauna.

II.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

Se requerirá la construcción temporal de varios patios de maquinaria para dar alojamiento a los equipos de construcción, almacenar refacciones y efectuar el mantenimiento de los mismos, el espacio requerido para estas acciones quedará definido geográficamente hasta el momento de la licitación y adjudicación del contrato correspondiente sin embargo, se prevé que éste espacio se desarrolle en un área aproximada de 800 m² y deberá cumplir con algunas características particulares para minimizar los impactos que eventualmente pudiera generar su operación. Aunado a lo anterior será necesario contar con una superficie de al menos 800 m² localizada junto al patio de maquinaria para instalar un almacén temporal y las oficinas administrativas que regularmente son móviles así como un campamento de al menos 600 m² de superficie para el alojamiento de algunos de los miembros del personal de la constructora que va a ejecutar las obras en virtud de que algunos tramos del Proyecto se localizan lejos de centros urbanos. Cabe señalar que todo sitio donde se contemple la presencia de trabajadores deberá contar con al menos dos sanitarios de tipo móvil por cada 20 personas y el manejo de los residuos y la limpieza de estos equipos quedarán a cargo de una empresa especialmente certificada y capacitada para tal efecto. Estas instalaciones como se ha señalado son de carácter provisional y deberán ser removidas al finalizar los trabajos de construcción devolviendo en la medida de lo posible las condiciones previas en las que se encontraban estos sitios antes de ser ocupados.

De la misma forma, será necesario contar con bancos de material y bancos de tiro que desde luego cuenten con la autorización legal para operar. Asimismo, durante la etapa de preparación del sitio se deberá realizar la señalización preventiva correspondiente con la finalidad de evitar accidentes durante el desarrollo de los trabajos.

II.2.3 SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA PARA EL PROYECTO

El Proyecto tendrá una longitud aproximada de 67.5 km y ocupará la superficie total del derecho de vía adquirido de 60 metros a lo largo de toda la trayectoria por donde se desarrolla, específicamente la ocupación total será de 405 ha (4,050,000 m²).



Tomando en cuenta las distintas superficies que se requerirán para el desarrollo de la obra en la siguiente tabla se presenta un resumen de las mismas.

Tabla II. 12 Superficies del Proyecto.

Concepto	Superficie requerida en (ha)
Superficie total del Proyecto	504.67
Superficie de ceros	504.67
Superficie con vegetación a desmontar	238.58
Superficie de afectación permanente	286.962
Superficie de afectación temporal	147.8421
PRIMERA ETAPA (Carretera Tipo A2)	
Superficie de ocupación del cuerpo carretero	Primera Etapa : 81 ha.
Superficie que ocuparán las obras provisionales y de apoyo como campamentos, almacenes y patios de maquinaria.	2,200 m ²
SEGUNDA ETAPA (Carretera tipo A4)	
Superficie de ocupación del cuerpo carretero	60.75 ha
Superficie que ocuparán las obras provisionales y de apoyo como Campamentos, almacenes y patios de maquinaria.	2,200 m ²
SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA PARA EL PROYECTO	
Superficie de DDV	405.00
Superficies de demasías (excedentes al DDV por cortes de talud)	1.709
Superficies de demasías (excedentes al DDV por terraplén)	53.39
Superficies de envolventes de entronques	44.57

Obras y Actividades que se desarrollarán en la Primera Etapa del Proyecto

- Desmonte del DDV por frente de trabajo, según el Proyecto Ejecutivo para la construcción del cuerpo carretero.
- Despalme del DDV por frente de trabajo, según el Proyecto Ejecutivo para la construcción del cuerpo carretero.
- Construcción de 4 Entronques.
- Construcción de 12 puentes.
- Construcción de aproximadamente 78 obras de drenaje menor sugeridas (número por confirmar).
- Ejecución de cortes y terraplenes para desplante de estructuras de pavimento.
- Construcción de las estructuras de pavimento (Subyacente y subrasante).
- Construcción de carpeta asfáltica.
- Construcción de obras de drenaje superficial.

- Pintura y señalización.

Obras y Actividades que se desarrollarán en la Segunda Etapa del Proyecto

- Construcción de 3 Entronques.
- Ampliación de las aproximadamente 78 obras de drenaje menor sugeridas (número por confirmar).
- Construcción de las estructuras de pavimento (Subyacente y subrasante) para ampliación de sección transversal.
- Construcción de carpeta asfáltica de la ampliación.
- Construcción de obras de drenaje superficial de la sección ampliada.
- Pintura y señalización.

II.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES POR FASE O ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (PROGRAMA DE OBRA, RÉGIMEN DE PROPIEDAD Y USO DE SUELO A LO LARGO DEL TRAZO DE PROYECTO)

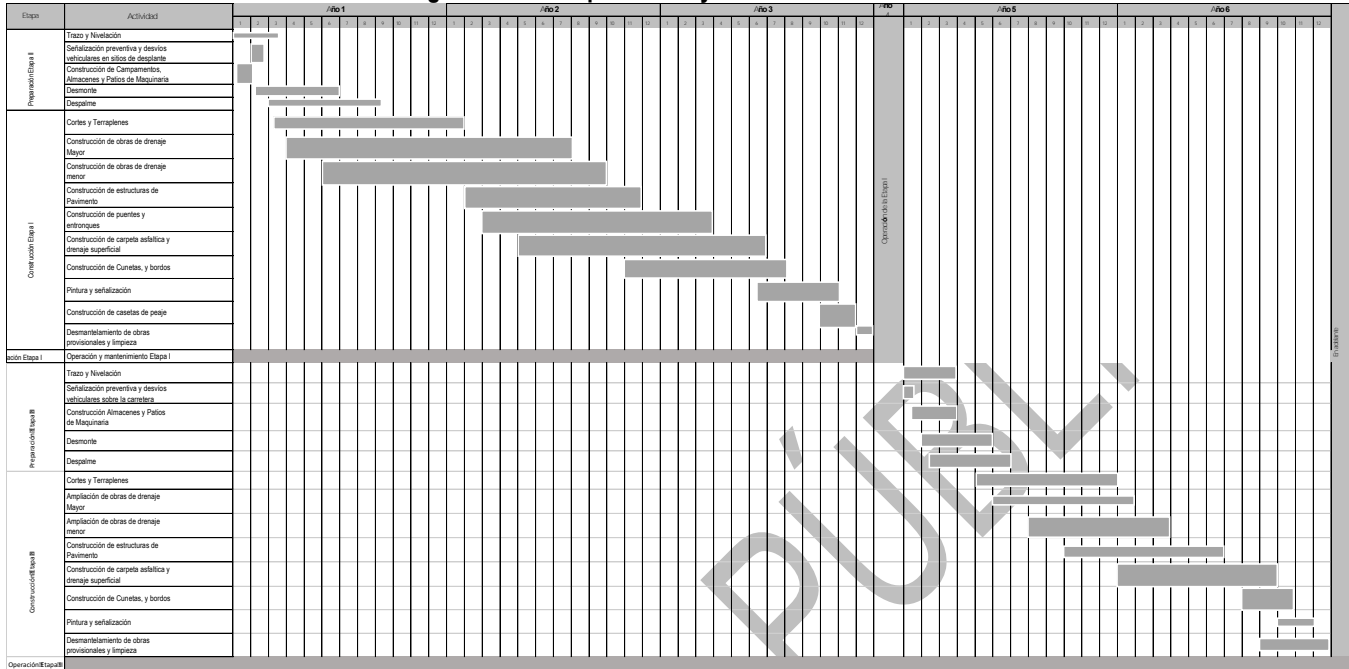
II.3.1 PROGRAMA DE OBRA

Los tiempos de construcción específicos dependen de la programación de obra presentada en la licitación que resulte ganadora sin embargo se presenta el siguiente programa de obra propuesto para contar con una aproximación que permita calendarizar las actividades de forma secuencial razonable. Cabe señalar que una vez iniciados los trabajos se comenzarán a aplicar las medidas de mitigación requeridas descritas en el Capítulo VI de este estudio; ya que algunas de ellas están orientadas a la ejecución de las actividades que establece el programa.

Para mejor detalle el Programa de Obra se presenta en el **Anexo II.2** el cual se agrega en archivo Excel a este documento



Tabla II. 13. Programa de Obra para el Proyecto del Libramiento Sur de Oaxaca.



A continuación se presenta el desarrollo de las actividades necesarias para la preparación del sitio y la construcción del Proyecto. Esta descripción corresponde a la Primera Etapa dado que se trata de la construcción de una Vía de Comunicación nueva, para el caso de la Segunda Etapa se desarrollarán actividades en un terreno impactado previamente por la implementación de las obras para el Libramiento en la sección tipo A2 que contempla el Proyecto y corresponderán a una ampliación de sección a una A4.

II.3.2 RÉGIMEN DE PROPIEDAD Y USOS DE SUELO A LO LARGO DEL PROYECTO

Es claro que el proyecto cruza por propiedad ejidal, en la siguiente tabla se enumeran los ejidos o comunidades por donde cruza el Proyecto, señalando que se realizará la adecuada liberación del DDV y superficies requeridas para su desarrollo en tiempo y forma.

Tabla II. 14 Ejidos y comunidades por donde cruza el proyecto.

Ejido o Comunidad	
Comunidad San Andrés Ixtlahuaca	Ejido Santa Catarina Quiane
Ejido San Pedro Ixtlahuaca	Ejido Reyes Mantecon
Ejido Cuilapam de Guerrero	Ejido San Martin Tilcajete
Comunidad Cuilapam de Guerrero	Ejido San Pedro Guegorexe



Ejido o Comunidad	
Ejido Santa María Zaachila	Ejido Santo Domingo Jalieza
Ejido San Lucas Tlanichico	Ejido Santa Cecilia Jalieza
Ejido Trinidad Zaachila	Comunidad Santa Cruz Papalutla
Ejido Santa Maria Asunción Roalo	Comunidad San Mateo Maculxochitl
Ejido La Ciénega	

En cuanto a los usos de suelo y vegetación, a lo largo del trazo se pudieron observar los usos que se desglosan en la siguiente Tabla.

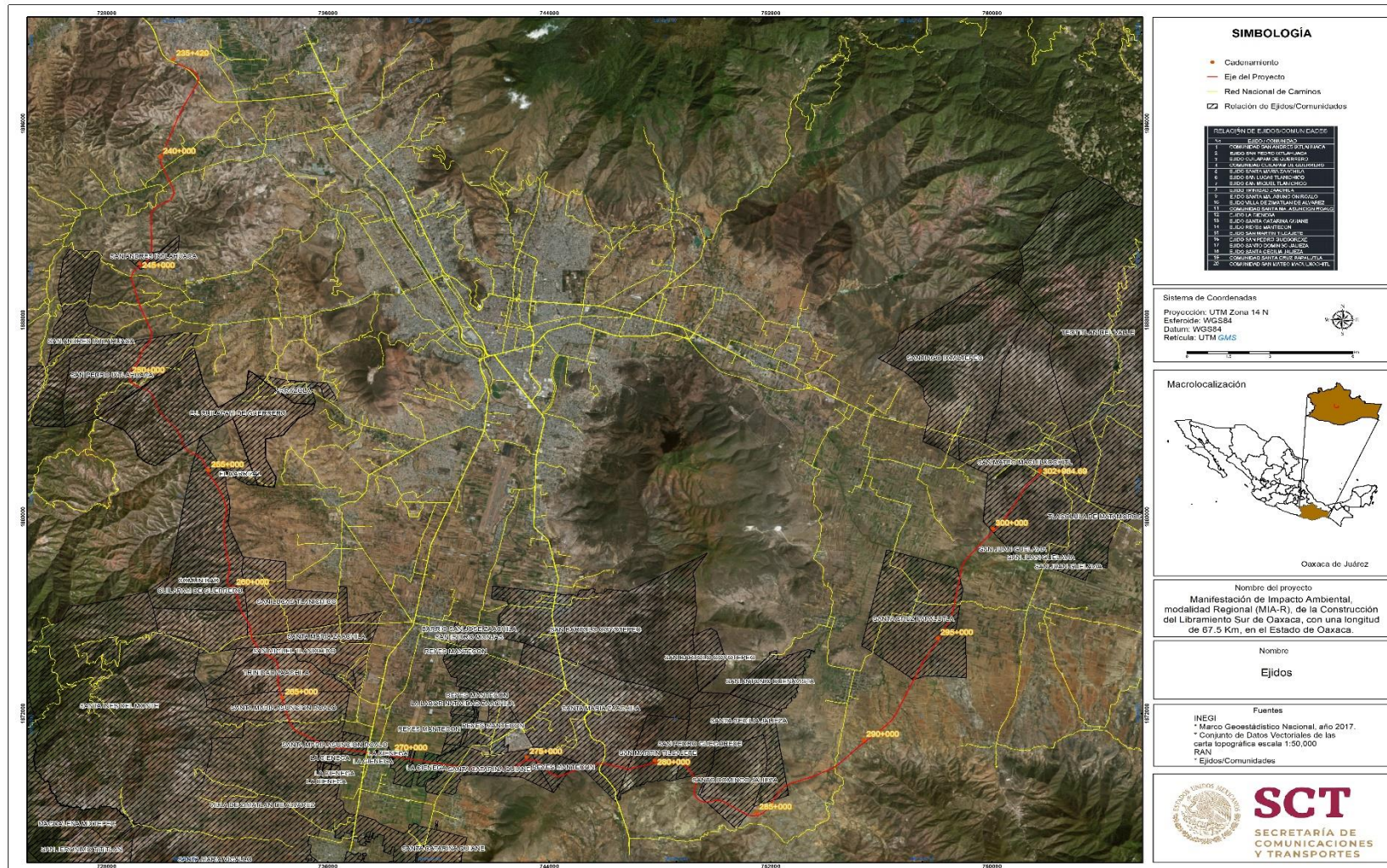
Tabla II. 15. Superficies de Usos de Suelo en el área del Proyecto.

Usos de Suelo	Superficie (ha)
Agricultura de riego anual y semipermanente	51.87
Agricultura de temporal	8.21
Agricultura de temporal anual	113.42
Agricultura de temporal anual y permanente	65.70
Asentamientos humanos	2.06
Vías Terrestres	24.84
Totales	266.09

Respecto a la vegetación por la que incide el Proyecto se presenta en la siguiente tabla.

Tabla II. 16. Tipos de vegetación por los que incidirá el Proyecto.

Vegetación	Superficie (ha)
Pastizal inducido	122.46
Vegetación riparia	29.74
Vegetación Secundaria de bosque de encino	33.26
Vegetación Secundaria de bosque de mezquite	2.94
Vegetación Secundaria de matorral micrófilo	6.86
Vegetación Secundaria de matorral micrófilo y rosetófilo	12.67
Vegetación Secundaria de SBC	15.01
Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia y Matorral Sarco-Crassicaule	15.65
Totales	238.58



Mapa II. 6. Propiedad ejidal actual a lo largo del Proyecto.

II.3.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES POR FASE O ETAPA

A continuación se realizará una descripción de todas las obras y actividades involucradas en el proyecto por etapa.

II.3.3.1 Etapa de Preparación del Sitio

- **Primera Etapa**

Preliminares

El inicio del proyecto comienza con la revisión y aprobación del proyecto ejecutivo. En cuanto a estudios relacionados con el proyecto se contará con los de: mecánica de suelos, proyectos de terracerías y puentes, alineamiento horizontal y vertical, levantamiento topográfico. Además se realizarán los trámites relativos a los permisos correspondientes y previos al inicio de cualquier actividad de construcción.

Adicionalmente se realizará la contratación de personal para la obra, adquisición por renta de maquinaria y equipos cuando esto ocurra, y la adquisición de materiales e insumos de la obra incluyendo las autorizaciones correspondientes que procedan.

Trazo y nivelación

Durante la etapa de preparación del sitio y de acuerdo con las condiciones actuales de la zona será necesario inicialmente realizar un trazo y nivelación a lo largo de toda la trayectoria que seguirá el libramiento, para ello se utilizará una brigada topográfica habilitada con equipo de medición menor como estación total, estadales y prismas para replantear la planimetría de acuerdo con el relieve de cada zona por la que atraviese el Proyecto.

Durante esta etapa se ubican y delimitarán los espacios que servirán para alojar las obras provisionales como patios de maquinaria, almacenes de obra y campamentos, todos ellos de carácter provisional y que cumplirá con los requisitos que se ampliarán en apartados posteriores.

El acceso a los frentes de trabajo se realizará directamente dentro del derecho de vía por lo cual se entiende que no se construirán nuevos caminos de acceso toda vez que se utilizarán los caminos existentes. En este sentido cabe señalar que se habilitarán algunos tramos de caminos parceleros dentro del derecho de vía para facilitar la comunicación entre algunas de las parcelas por las que cruzará el Proyecto en tanto se construyan los cruces proyectados.

Obras complementarias (temporales)

- Patios de maquinaria

Los patios de maquinaria requeridos para alojar los equipos de construcción del Proyecto serán ubicados preferentemente en zonas carentes de vegetación y ya afectadas por la actividad antropogénica como la agricultura, de manera que existe una



gran probabilidad de encontrar sitios de este tipo para el desplante de las instalaciones mencionadas, cabe señalar que dentro de los patios de maquinaria serán ubicados los talleres de reparación y mantenimiento de los equipos de construcción donde se contará con espacios debidamente protegidos, cercados y vigilados para mantener el control de las actividades en apego a protocolos de limpieza y de medio ambiente. Como parte de la infraestructura de carácter provisional que será instalada se construirán planchas de concreto hidráulico armado en superficies de aproximadamente 100 m² y 20 cm de espesor con drenaje de 1% hacia un cárcamo de concreto hidráulico para la recolección de aceites y grasas derivados del mantenimiento de los equipos de construcción.

- Almacenes

Como parte de las obras de apoyo al Proyecto será necesario contar con almacenes para el resguardo de refacciones, aceites, y material para las reparaciones y mantenimiento de la maquinaria de construcción. Estas instalaciones se construyen básicamente de materiales prefabricados como láminas galvanizadas con estructuras metálicas ligeras y se desplantan sobre un firme de concreto hidráulico que permita contar con un espacio libre de humedad y aislado de los cambios de temperatura y condiciones climáticas externas.

- Campamentos

En virtud de la cercanía del eje proyectado con distintos centros poblacionales quizá no sea necesaria la instalación de campamentos para el alojamiento de una parte del personal de obra, sin embargo, en zonas más alejadas de los pueblos y la ciudad de Oaxaca, en particular en el tramo entre los cadenamientos 8+440 y 23+400 cabe la posibilidad de instalar un campamento. Lo anterior quedará determinado por la empresa ganadora de la licitación no obstante se deberá construir este espacio respetando las buenas prácticas ambientales que eviten el deterioro del entorno natural de alrededor de estos sitios, y que deberán ser retirados inmediatamente después de ser utilizados recuperando en lo posible las condiciones naturales originales que existían antes de su instalación.

Las actividades realizadas durante la preparación del sitio deberán ajustarse en lo general a las Normas de Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y transportes, Libro CTR CONSTRUCCION 1, TEMA Carreteras, Título 01 terracerías, Capítulo 001,002, 007.

Desmante

En virtud de que la trayectoria del Proyecto se desarrolla por zonas de vegetación arbórea será necesario realizar previamente un desmante. De acuerdo con la norma N·CTR·CAR·1·01·001/00 "El desmante es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. Cuando así lo indique el Proyecto o lo ordene la Secretaría, el desmante se complementa con el trasplante de especies vegetales, a que se refiere la Norma N·CTR·CAR·1·09·003, Trasplante de Especies Vegetales y que consiste en el traslado de un sitio a otro del individuo vegetal vivo."



Sin menoscabo de lo anterior los residuos producto del desmonte se cargarán y transportarán al banco de tiro que indique el Proyecto en vehículos adecuados o con cajas cerradas y protegidas con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de tiro lo más pronto posible. El transporte y disposición de los residuos se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. En este sentido, en apartados posteriores se determinarán las cantidades aproximadas de material de desmonte.

Despalme

De acuerdo con la norma N·CTR·CAR·1·01·002/00 *“El despalme es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable”*. Los residuos producto del despalme se cargarán y transportarán al sitio o banco de tiro especificados en el Proyecto y que apruebe la Secretaría, en vehículos con cajas cerradas y protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de tiro lo antes posible. El transporte y disposición de los residuos se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. Previo al inicio del despalme y una vez ejecutado el desmonte como se indica en la Norma N·CTR·CAR·1·01·002/00, Desmonte, se delimitará la zona de despalme de acuerdo con lo indicado en el Proyecto. El espesor del despalme será el que indique el Proyecto de acuerdo con la estratigrafía del terreno.

A menos que el Proyecto indique otra, el material natural producto del despalme se empleará para el recubrimiento de los taludes de terraplenes, así como de los pisos, fondo de las excavaciones y taludes de los bancos al término de su explotación, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación, según lo indique el Proyecto o apruebe la autoridad ambiental. Las cantidades de material derivado de la actividad del despalme serán indicadas en posteriores apartados.

II.3.3.2 Etapa de Construcción del Proyecto

Cortes y terraplenes

Las actividades de construcción del Proyecto inician con la ejecución de cortes y formación de terraplenes para lograr una compensación que permita la nivelación más conveniente de la rasante del Proyecto en términos de eficiencia en el diseño, para ello, de acuerdo con la norma N·CTR·CAR·1·01·003/11 *“Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto”*.

Los cortes son realizados por medios mecánicos y controlados mediante equipos de topografía previo estudio de la geología del sitio, por ello, resulta necesario contar con un taller de mantenimiento y reparación situado en el patio de maquinaria para



garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos mencionados y lograr disminuir las afectaciones al entorno como los accidentales de aceite de motor, por ejemplo.

La formación de terraplenes también se realiza por medios mecánicos volcando el material producto de los cortes en los sitios que necesiten ser rellenados y agregando una compactación mecánica en el proceso. Una vez realizada la nivelación del terreno de desplante de la vía por construir entonces se realiza el acarreo y colocación de material pétreo y térreo proveniente de bancos de materiales autorizados utilizando para ello motoescrapas, tractores y camiones de volteo de gran capacidad o tipo "fuera de carretera". Se realizan diversas actividades de mezcla y compactación de tierras en capas de 20 cm al 90% del peso volumétrico seco máximo del material determinado en la prueba AASHTO Estándar con el apoyo de compactadoras lisas, tipo "pata de cabra" y pipas de riego, estas actividades permiten construir la base de desplante de la capa final de la vía en construcción que es la capa asfáltica.

El material se extenderá en todo el ancho de la sección se conformará en capas con espesor uniforme no mayor a aquel que el equipo sea capaz de compactar al grado indicado por el Proyecto. Para que los terraplenes sean aceptados con base en el control de calidad del contratista de obra comprobará que los materiales cumplan las características establecidas en la Norma N.CMT.1.01. y que el alineamiento, perfil y secciones del cuerpo del terraplén cumplan con lo indicado en el Proyecto. Además deberá asegurarse que el material compactable haya sido tendido, acomodado y bandeado según se indicó anteriormente.

Para dar por terminado la construcción de un terraplén es necesario se verifique el alineamiento, el perfil y la sección en forma, ancho y acabado de acuerdo con el Proyecto, teniendo en cuenta las tolerancias indicadas en Norma N.CTR.CAR.1.01.009/11.

De acuerdo con el Proyecto se construirá la siguiente sección transversal a lo largo de toda la vía de comunicación.

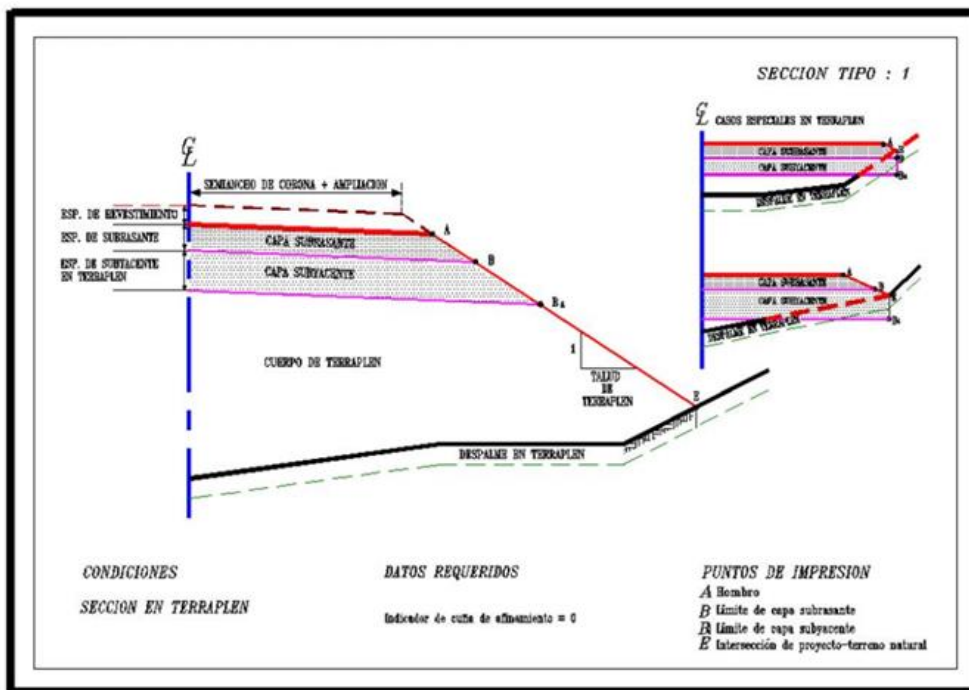


Figura II. 3 Sección transversal de las estructuras de pavimento.

Subrasante

La capa subrasante se construirá empleando el material compactible existente a lo largo del Proyecto. Cuando se requiera material de préstamo es necesario ampliar o tender el talud del corte más cercano. El material se tomará del banco de material más cercano a la zona de ataque, se transportará a la zona de construcción donde se descargará sobre la capa superior del cuerpo del terraplén terminada o del corte re-nivelado y se acamellonará para su medición. A continuación, se extenderá parcialmente y se procederá incorporarle el agua necesaria mediante riegos y mezclas sucesivos hasta obtener la humedad que se fije, a continuación se conformará y compactará hasta alcanzar en capa de 15 centímetros, como mínimo, el 95% del peso volumétrico seco máximo del material determinado en prueba AASHTO Estándar. Se darán riegos superficiales de agua durante el tiempo que tarde el proceso de compactación para compensar la pérdida de humedad por evaporación.

Para obtener el espesor especificado en Proyecto se construirá una segunda capa en la forma indicada. La compactación se iniciará de las orillas hacia el centro de la sub-corona en las tangentes y de la parte interior hacia la externa en las curvas. En todos los casos en esta capa se dará el bombeo indicado en las secciones de construcción.

Los materiales pétreos cumplirán con las normas de calidad N.CMT.1.03. Para dar por terminada la construcción de la capa subrasante se verificará el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado; de acuerdo con lo fijado en el Proyecto y teniendo en cuenta las tolerancias indicadas en el Capítulo N.CTR.CAR.1.01.009/11, referente a la capa subrasante

Colocación de la Carpeta asfáltica

La capa asfáltica es un tipo de concreto con agregados finos y medianos que son aglutinados por un compuesto derivado del petróleo denominado asfalto, para esta última capa se coloca el material con el apoyo de una asfáltadora, después se compacta con rodillo liso cuidando dar una pendiente lateral a la carpeta asfáltica que se denomina “bombeo”, esto último con la intención de drenar el agua de lluvia hacia los hombros de la calzada evitando que se forme alguna capa de agua que podría resultar peligrosa durante el tránsito de los vehículos.

El acarreo del concreto asfáltico se realiza con el apoyo de camiones de volteo de 8 m³ de capacidad desde alguna planta de asfalto ya sea existente o en algunos casos instalada previamente cerca del desarrollo del Proyecto ex profeso para el abastecimiento de estos insumos en cuyo caso la planta deberá contar con las autorizaciones legales por parte de la autoridad ambiental.

Pintura y señalización

Para finalizar la construcción de la primera etapa del Proyecto se realizará la colocación de las señales preventivas y restrictivas así como el pintado de las líneas de separación de los carriles y acotamientos entre otras. Para ello se utiliza equipo menor y brigadas de trabajo que a pie van realizando estas actividades a la vez que van inspeccionando por última vez la calidad de los trabajos ya realizados.

Limpieza y retiro de obras complementarias

Antes del cierre de los trabajos se realizará una limpieza general de todos aquellos espacios que hayan servido para la ejecución de las tareas de manera que el desmantelamiento de las obras complementarias al Proyecto también se realiza bajo protocolos que permitan la restauración en la medida de lo posible de los espacios utilizados. Se realiza el desmantelamiento de las bodegas, de los campamentos y de los patios de maquinaria incluyendo las áreas de talleres de reparación y mantenimiento, se demuelen las estructuras de concreto que se hayan colocado como las planchas de concreto y los cárcamos para la recolección de hidrocarburos producto de los mantenimientos del equipo y se reutiliza una parte del suelo producto del despalme para la recuperación de la vegetación removida en estos sitios.

- **Segunda Etapa**

Después de aproximadamente un año de operación del libramiento como sección A2 se dará inicio a los trabajos de la segunda Etapa durante la cual tal como se ha señalado en el programa de obra también se requerirá de las actividades de preparación del sitio tales como Trazo y Nivelación, desmonte y despalme.

Posteriormente se realizarán algunos cortes y la formación de terraplenes para ampliar el ancho de la sección a un ancho de calzada de 21 metros para formar una sección tipo A4. El desarrollo de las actividades de construcción de la etapa II tendrá una duración de 2 años.

II.3.3.3 Etapa de Operación y Mantenimiento

La actividad de operación del Proyecto constituye prácticamente el fin y objeto de la construcción del mismo, durante la vida útil del Proyecto únicamente se realizarán labores de administración del mismo así como actividades de mantenimiento preventivo y correctivo las cuales consisten básicamente en el retiro de arbustos en sitios donde no se tenga contemplado su crecimiento, poda de árboles cercanos a la calzada cuyas ramas podrían poner en riesgo el tránsito de vehículos y con ello la probabilidad de un accidente así como el la inspección y limpieza de las obras de drenaje a lo largo de todo el libramiento, adicionalmente se requiere de la revisión periódica de la carpeta asfáltica para determinar los programas de bacheo y reparación de la misma una vez que se encuentre operando la obra.

II.3.3.4 Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones

Debido a la naturaleza del Proyecto carretero resulta difícil contemplar la posibilidad del desmantelamiento y abandono de este tipo de obras toda vez que son parte de los activos del país. En estos casos lo más probable es que este tipo de proyectos sean considerados después de un cierto periodo de vida útil como susceptibles de ampliación y modernización pero nunca del desmantelamiento y abandono.

II.4 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL E INSUMOS

II.4.1 PERSONAL

El personal aproximadamente requerido para el proyecto durante las diversas etapas de su desarrollo está en función de los frentes de trabajo; basándose primeramente en el personal clasificado como mano de obra no calificada. Este se contratará en las localidades y/o pueblos muy cercanos con dos objetivos primordiales: primero generar empleo en la zona y con ello elevar la calidad de vida de esos trabajadores lo que podría repercutir en un incremento en la economía en escala del municipio y segundo que la gente contratada no tenga que transportarse en largos viajes para llegar a su trabajo. En la siguiente tabla se muestra un estimado de mano de obra para el proyecto en sus distintas etapas por frente.

Tabla II.17 Requerimiento estimado de mano de obra para el proyecto en sus distintas etapas por frente.

Etapa	Tipo de mano de obra	Trabajadores
Preparación del sitio	No Calificada	60
	Calificada	20
Construcción	No Calificada	280
	Calificada	60
Operación y mantenimiento	No Calificada	20
	Calificada	40

II.4.2 INSUMOS

Por tratarse de un proyecto de infraestructura carretera los insumos a requerir en su serán: materiales pétreos procedentes de los bancos de préstamo, energía eléctrica procedente de plantas portátiles de combustión, agua procedente de pozos o escurrimientos perennes de las poblaciones cercanas, combustibles procedentes de las estaciones de servicio localizadas en las poblaciones o en carreteras cercanas. No se prevé desabasto de alguno de los insumos requeridos.

Bancos de préstamo de material.

El suelo natural de la zona de un proyecto rara vez cuenta con las características estructurales para ser usado como base de la carpeta de rodamiento ni en calidad ni en cantidad, por ello, es necesario extraer material terreo y pétreo de algunos bancos de materiales cercanos a la zona de proyecto para proveer de este material en una cantidad y calidad aceptable lo cual evidentemente genera un impacto que no incide directamente sobre la zona de proyecto ya que por lo regular estos sitios se encuentran alejados de la zona donde se realizan los trabajos, en general, los bancos de préstamo son sitios en los cuales se realizan desmontes y despalmes para la obtención del material con las características requeridas por las especificaciones del proyecto, cuentan con áreas muy extensas donde se va almacenando el material que será enviado y en algunos casos cuentan con la infraestructura necesaria para seleccionar sus productos como cribas, bandas transportadoras, tolvas y desde luego equipos automotores para el movimiento de tierras.

El material pétreo necesario para la construcción provendrá de bancos de material cercanos al proyecto, este material se utilizará principalmente para complementar el faltante del aprovechamiento del material producto de los cortes y excavaciones que serán practicados para la nivelación de la rasante del proyecto, ello supondrá una menor afectación por este concepto. La constructora ganadora de la licitación deberá realizar el trámite correspondiente de cualquier banco de préstamo que no cuente con su autorización y permiso ambiental y de la misma forma si es requerida una planta de trituración.

La recopilación e integración del Inventario Nacional de Bancos de Materiales, tiene por objeto proporcionar información previa sobre la existencia y disponibilidad de materiales para la construcción y conservación de las obras en que interviene la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. A continuación se presentan los bancos cercanos al proyecto, sin embargo este catálogo pretende ser solo una guía aproximada para analizar posibilidades a nivel de anteproyecto de las obras, requiriéndose por lo tanto de estudios adicionales de calidad y de disponibilidad, que permitan verificar si los bancos seleccionados pueden ser considerados para un proyecto específico.

El análisis y la gestión de las autorizaciones en materia ambiental de los Bancos de materiales será responsabilidad de la o las empresas constructoras y por lo tanto quedan fuera del alcance de la presente solicitud en Materia de Impacto Ambiental.

Tabla II.18 Relación de bancos de materiales sugeridos cercanos al proyecto de acuerdo con el Inventario de Bancos de Materiales 2017 del Centro S.C.T., Oaxaca.

# en Inventario	Nombre	Georreferenciación	Kilómetro	Desviación	Tipo Material	Restricción Ecológica
Carretera Huajuapán De León - Oaxaca						
3	Río el Milagro	17°11'14.5"N 96°49'04.5"W	175000	D 4500	Arena y Grava	No existe
5	Arroyo Central	17°06'38.2"N 96°50'34.3"W	183500	D 8800	Arena y Grava	No existe
8	San Felipe Tejalapa	17°06'34.1"N 96°50'56.1"W	183500	D 8700	Arena y Grava	No existe
12	Delache	17°13'12.0"N 96°50'04.6"W	171000	D 2800	Arena y Grava	No existe
13	Poblado Morelos	17°09'14.5"N 96°44'57.9"W	181150	I 1500	Roca Arenisca	No existe
Carretera Oaxaca - Tehuantepec						
17	Río Guelace	16°57'10.5"N 96°35'35.1"W	18300	D 9900	Arena y Grava	No existe
18	San Juan Guelavia	16°58'12.8"N 96°32'27.9"W	25900	D 6500	Arena y Grava	No existe
20	Arroyo Sn. Lucas	16°54'18.5"N 96°28'09.8"W	34900	d 7400	Arena y Grava	No existe
Carretera Oaxaca - Puerto Ángel						
33	Sta. Catarina Minas	16°46'49.0"N 96°37'37.7"W	31800	I 5600	Arena y Grava	No existe
34	Sn Dionisio	16°44'44.8"N 96°41'17.7"W	37300	D 500	Arena y Grava	No existe
35	Los Vazquez	16°43'07.2"N 96°41'07.1"W	39400	I 1600	Arena y Grava	No existe

II.4.2.1. Agua

Como se sabe, el Proyecto requerirá para su construcción de agua potable para el consumo de los trabajadores y agua cruda para las operaciones de construcción como riegos y mezclas. El agua cruda podrá obtenerse por medio del abastecimiento municipal cuyo suministro se prevé por medio de pipas ya que por ningún motivo se extraerá agua de los mantos freáticos o de cuerpos o escurrimientos de agua.

- El agua utilizada para la obra se obtendrá de las poblaciones cercanas, será cruda como se ha mencionado y no recibirá ningún tratamiento ya que básicamente se requiere para la conformación y compactación de las terracerías y para la preparación del concreto utilizado en la construcción de las alcantarillas.



- En el caso del agua potable para uso de los trabajadores se obtendrá de potabilizadoras cercanas y/o comprada en garrafones de 20 litros procedentes de las poblaciones cercanas.
- En caso de ser necesario, se contratará el servicio de suministro de agua de pozos cercanos existentes y que ya cuenten con la concesión por parte de CNA previa autorización por parte de las constructoras.
- Los usos principales que se le dan al agua en la región son el consumo doméstico (agua de pozos).
- El traslado y almacenamiento del agua cruda será en camiones tipo “pipa” de 10 000 litros. El agua necesaria para la obra prácticamente no será almacenada, porque se trasladará y utilizará inmediatamente. Sólo el agua para consumo humano en obra se almacenará en cisternas portátiles de 5,000 litros ubicadas en los frentes de obra y en garrafones de 20 litros para el consumo de los trabajadores.

En la etapa de preparación del sitio se requerirán aproximadamente 100 m³/día de agua cruda, para la conformación y compactación de las terracerías. Como se mencionó anteriormente se necesitará agua para consumo humano el cual se estima en 6,500 L/día. Para la etapa de construcción se estima 200 m³/día de agua cruda para para la preparación del concreto y de igual forma 6,500 L/día para consumo. Posteriormente en la etapa de operación y mantenimiento se estima en 4,000 L/día de agua potable. En la siguiente tabla se presentan las cantidades estimadas de consumo de agua para el proyecto por etapas.

Tabla II.19 Consumo estimado de agua en el proyecto por etapas.

Etapa	Agua	Consumo Ordinario
Preparación del sitio	Cruda	100 m ³ /día
	Tratada	-
	Potable	12,000 l/día
Construcción	Cruda	200 m ³ /día
	Tratada	-
	Potable	51.000 L/día
Operación y Mantenimiento	Cruda	-
	Tratada	-
	Potable	9,000 L/día

II.4.2.2. Materiales y sustancias

En cantidad menor y en forma aún no específica se utilizará: cemento, cal, madera para cimbra, clavos, alambre recocido y en general material para construcción. Pero el material más significativo será el agregado pétreo que se obtendrá de los bancos de préstamo cercanos y será transportado en camiones de volteo. La siguiente tabla presentan las cantidades estimadas de material para conformar la estructura del pavimento.

Tabla II.20 Material estimado para conformar las estructuras de pavimento del Proyecto.

Material	Cantidad Estimada (m ³)
Carpeta asfáltica	205,736



Material	Cantidad Estimada (m ³)
Base Asfáltica	77,151
Base Hidráulica	591,491
Capa subrasante	771,510
Capa subyacente	1,285,850

II.4.2.3. Energía y combustibles

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura y alumbrado para las actividades de construcción y 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 abastecimiento de combustible se realizará desde las estaciones de servicio ubicadas en las poblaciones localizadas cerca del trazo en los volúmenes requeridos por la propuesta Técnico-Económica planteada en la licitación de la construcción, ellos serán suministrados de acuerdo con la demanda de consumo prevista durante el avance de la obra. Cabe mencionar que el manejo y transporte de estos insumos quedará circunscrito a la observancia de los reglamentos de PEMEX y de Transporte Terrestre de la SCT inscritos en la NOM-010-SCT2-2003 y en la LGEEPA, tomando en cuenta que el volumen máximo de combustible a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina deberá ser de 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX. Se recomienda que el almacenamiento sea hasta para un máximo de tres días de operación, todo ello con el fin minimizar las condiciones de riesgo por conflagraciones puesto que el riesgo de detonaciones no está contemplado, adicionalmente se tomaran precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles.

Como ya se ha mencionado, los combustibles a utilizar serán 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 y almacenamiento del mismo hasta donde la maquinaria o equipo lo necesite; para ello se contemplarán sitios de almacenamiento en los patios de maniobras, almacenes o talleres donde se guarde en condiciones adecuadas de seguridad.

Los volúmenes de los combustibles requeridos en la etapa de construcción del proyecto habrán de suministrarse de acuerdo a la demanda de consumo que se tenga durante el avance de la obra y de acuerdo con los planes y programas de obra de las Empresas encargadas de la ejecución de los trabajos.

II.4.2.4. Maquinaria y equipo

A continuación en se enlista la maquinaria más representativa estimada para la ejecución de la obra tomando en cuenta las experiencias en proyectos similares.



Tabla II.21 Principales equipos y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas del proyecto.

Máquina o Vehículo	Etapas	Número de unidades	Tiempo empleado en la obra (meses)	Horas de trabajo diario	Tipo de combustible
Camioneta tipo pick up	Preparación y Construcción	6	30	8 hr	gasolina regular
Tractocamión o Tráiler	Preparación y Construcción	20	10	8 hr	diésel
Tractor	Preparación y Construcción	15	30	8 hr	diésel
Cargador frontal	Preparación y Construcción	16	30	8 hr	diésel
Moto conformadora	Preparación y Construcción	8	10	8 hr	diésel
Compactador	Preparación y Construcción	8	10	8 hr	diésel
Camión de Volteo	Preparación y Construcción	60	30	8 hr	diésel
Camión-pipa	Preparación y Construcción	12	26	8 hr	diésel
Petrolizadora	Construcción	4	10	8 hr	diésel
Asfaltadora	Construcción	4	10	8 hr	diésel

II.5 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, RESIDUOS PELIGROSOS Y EN SU CASO EL CONTROL DE LA EMISIÓN DE GASES AUTOMOTORES.

II.5.1 RESIDUOS

Toda obra de construcción de infraestructura lleva consigo la generación de una cierta cantidad de residuos de diversos tipos, por ello es indispensable contar con una clasificación adecuada de los mismos así como un plan para el manejo y disposición de ellos con la finalidad de disminuir la afectación al entorno donde se desarrolla el Proyecto.

A continuación se explicará la naturaleza y manejo de los residuos generados por la ejecución del Proyecto carretero en función de su tipo y estado físico.

II.5.1.1 Residuos generados por Etapa del Proyecto

A continuación se explicará la naturaleza de los residuos generados por la implementación del Proyecto así como las medidas utilizadas para su manejo y disposición por etapa del Proyecto.

Residuos generados durante la etapa de Preparación del Proyecto

Inicialmente se generarán residuos de origen vegetal constituidos principalmente por tocones, arbustos y restos del desmonte. Luego de trazado el camino, se cortan los árboles en una faja que depende del ancho del terraplén proyectado. Es común encontrar en zonas poco perturbadas con vegetación muy densa alrededor de 500 tocones por kilómetro con diversos diámetros, los que deben ser removidos. Hoy raramente se desmonta el árbol completo con la maquinaria para movimiento de tierras, ya que se prefiere cosechar y aprovechar los árboles de la faja en forma previa. El destronque con excavadora hidráulica llega a ocupar el 11 % de los tiempos productivos del movimiento de tierras (Buckley, 1991), mientras que esta incidencia puede llegar al 20% con Bulldozer. Los residuos orgánicos producto del desmonte (maderables), se podrán donar a la población más cercana y/o a los dueños de los terrenos con el objeto de que los aprovechen; mientras que los residuos producto del despalle que conserven características adecuadas se ocuparán en etapas posteriores de la construcción de la obra para arropar taludes y recubrir áreas para minimizar afectaciones en el entorno paisajístico que estarán diseñadas para el mejoramiento del suelo y reforestación.

La construcción de algunas de las obras complementarias al Proyecto tales como Patios de maquinaria, talleres de mantenimiento, almacenes y oficinas administrativas entre otros genera residuos propios del ámbito de la construcción tales como desechos de madera de cimbra, fragmentos de lámina, alambre, tabiques, cartón y papel tipo craft de envases de cemento, así como también envases de pinturas y plásticos varios. En estos sitios se contará con la instalación de depósitos de basura a base de tambos de 200 litros con tapa dentro de los cuales se colocarán los desechos mencionados una vez realizada su colecta después de la implementación de las obras complementarias, estos depósitos quedarán debidamente confinados y resguardados en un área impermeable sobre un firme de concreto hidráulico y cubierta a la vez por una techumbre ligera para proteger los residuos de una eventual lluvia y de la fauna nociva.

Se contratará a una empresa debidamente acreditada ante la autoridad ambiental para realizar el manejo y disposición de estos contenedores de basura, por otra parte como es natural se generarán también desechos producto de la construcción de elementos de concreto, estos desechos se conocen coloquialmente como cascajo y ellos serán dispuestos en el banco de tiro más cercano. En menor medida pero también se generarán desechos líquidos como restos de pintura y solventes así como algunos aceites que serán dispuestos en recipientes y almacenados temporalmente en el mismo sitio que los residuos sólidos hasta que sean dispuestos por parte de la empresa encargada de ello.

Residuos generados durante la etapa de Construcción del Proyecto

Residuos sólidos

La generación de residuos sólidos se conforma de residuos peligrosos y no peligrosos. Dentro de los primeros se encuentran principalmente los desechos del mantenimiento de las unidades automotoras como estopas, latas de aceite, filtros de aceite y

envases de hidrocarburos y limpiadores entre otros, estos se encontrarán principalmente en los talleres de mantenimiento y consisten en los residuos peligrosos indicados en la siguiente tabla, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Tabla II. 22 Residuos que podrían generarse en la realización del Proyecto.

Tipo de residuo	Clave CRETIB	Clasificación	Cantidades aproximadas
Baterías	C,T	RP14.1/07	Variable
Envases y tambos vacíos usados en el manejo de materiales y residuos peligrosos	T	RPNE1.1/01	Variable
Restos de combustibles (diésel, gasolina y aceite)	T,E	S/C	40 l/mes
Materiales de limpieza (estopas y trapos impregnados de aceite)	T,E	S/C	5 kg/mes
Filtros usados	T	S/C	20 pzas/mes

Clasificación del CRETIB de acuerdo al tipo de residuos.

Los residuos sólidos no peligrosos son generados por la actividad cotidiana de los trabajadores, dentro de los cuales se incluyen desechos de comida, papeles, botellas de plástico, entre otros. Es común encontrar este tipo de desechos en los frentes de trabajo.

El manejo de residuos peligrosos será llevado a cabo por empresas previamente autorizadas por la SEMARNAT, a través de trabajadores capacitados para el manejo y transporte de dichos residuos, quienes deberán cumplir con el equipo de seguridad acorde con el tipo de desechos que maneje y cumplir con la documentación necesaria para el registro de recolección, la cual quedará inscrita en la Bitácora de Generación de residuos peligrosos.

Durante el intervalo de tiempo entre una y otra recolección se contará con un área de almacenamiento temporal, la cual estará destinada para la recepción de residuos peligrosos incompatibles y cumplirá con las siguientes indicaciones, de acuerdo a las NOM-053-SEMARNAT-1993 que establecen los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos y NOM-054-SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.

- Tener una capacidad mínima de siete veces el volumen promedio de residuos peligrosos que diariamente se reciban.
- Contar con los compartimientos suficientes para la separación de los residuos, según sus características de incompatibilidad.
- Estar techada con material no flamable, contar con equipo contra incendios y plataformas para la descarga de envases y embalajes
- En el área de almacenamiento temporal no se deberán depositar residuos peligrosos a granel.

El área de almacenamiento contará con señalamientos en los cuales se indique el tipo de desecho debido a que no se deberán juntar desechos incompatibles. Para ayudar al personal en la correcta decisión en el almacenamiento, deberán seguir lo indicado en la siguiente tabla de incompatibilidad.

Tabla II. 23 Incompatibilidad entre residuos.

No.	Reactividad del grupo								
2	Ácidos minerales oxidantes	2							
10	Cáusticos	HF	10						
23	Metales elementales y aleaciones en forma de láminas, varillas, molduras	HF gt	--	23					
28	Hidrocarburos alifáticos no saturados	HF	--	--	28				
29	Hidrocarburos alifáticos saturados	HF	--	--	--	29			
101	Materiales combustibles e inflamables	HF gt	--	--	--	--	101		
102	Explosivos	HE	HE	HE	--	--	HE	102	
106	Agua y mezclas conteniendo agua	H	--	S	--	--	--	--	106

Dentro de los grupos reactivos se mencionan los más utilizados en la siguiente tabla:

Tabla II. 24 Reactividad entre residuos.

No	Reactividad del grupo	Tipo de producto
2	Ácidos minerales oxidantes	Ácido sulfúrico
10	Cáusticos	Hidróxido de sodio
23	Metales y aleaciones de láminas, varillas, molduras	Cobre, fierro, plomo
28	Hidrocarburos alifáticos no saturados	Acetileno
29	Hidrocarburos alifáticos saturados	Butano, octano
101	Materiales combustibles e inflamables	Asfalto, thinner, gasolina, papel, diesel, celulosa
102	Explosivos	Trinitrotolueno
106	Agua y mezclas conteniendo agua	Agua y mezclas que contienen agua

El complemento de las tablas anteriores que indica el código de reactividad y consecuencias de la reacción se muestran en la siguiente tabla:

Tabla II. 25 Código de reactividad

Código de reactividad	Consecuencia de la reacción
H	Genera calor por reacción química.
F	Produce fuego por reacciones exotérmicas violentas y por ignición de mezclas o de productos de la reacción.

Código de reactividad	Consecuencia de la reacción
G	Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de los recipientes cerrados.
Gt	Genera gases tóxicos.
E	Produce explosión debido a reacciones extremadamente vigorosas o suficientemente exotérmicas para detonar compuestos inestables o productos de reacción.
P	Produce polimerización violenta, generando calor extremo y gases tóxicos e inflamables.
S	Solubilización de metales y compuestos metales tóxicos.
D	Produce reacción desconocida. Sin embargo, debe considerarse como incompatible la mezcla de los residuos correspondientes a este código; hasta que se determine la reacción específica.

El manejo de residuos sólidos no peligrosos se llevará a cabo mediante el uso de recipientes de 200 L que cuente con tapa y se contratará a una empresa especializada y autorizada por SEMARNAT para la disposición final de los residuos sólidos peligrosos, lo cual se prevé desde la licitación ya que es requisito indispensable presentar el nombre de la empresa que se encargará de realizar la disposición final de los residuos peligrosos. Para el caso de los residuos no peligrosos, éstos se depositarán en el relleno sanitario del municipio involucrado.

Residuos líquidos

Las aguas residuales que se generarán en la obra estarán formadas por aguas de tipo doméstico, para las cuales se contratará el servicio de letrinas portátiles que serán ubicadas en sitios estratégicos, asignándose una por cada veinte trabajadores.

Residuos generados durante la etapa de Operación del Proyecto.

Durante la etapa de operación del Proyecto se llevarán a cabo básicamente actividades de mantenimiento como bacheo, reparación de carpeta de rodamiento, poda de árboles y arbustos e inspección y limpieza de obras de drenaje, derivado de estas actividades se espera la generación de residuos sólidos como residuos de asfalto, de agregados pétreos, algunas estopas y basura doméstica convencional., éstos residuos no se generarán en gran volumen sin embargo su recolección y disposición no implicará nada más allá que la confinación en algún recipiente de manera temporal para después ser transportados por el servicio de recolección de basura del municipio. Adicionalmente no se prevé la generación de residuos líquidos durante esta etapa.

II.5.2 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS

Como parte de la infraestructura para el manejo de los residuos generados por el proyecto se cuenta primeramente con aquella existente y debidamente acreditada como los bancos de Tiro que la o las empresas ganadoras de la licitación estimen prudente utilizar, para el manejo de los residuos sólidos urbanos se cuenta con la infraestructura propia del estado mediante el servicio

de recolecta por municipios, asimismo, para el manejo de los residuos de tipo sanitario se estima la contratación de empresas debidamente acreditadas ante la autoridad ambiental para el manejo de aguas residuales de los sanitarios portátiles en la zona de obra.

II.5.3 GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO

Los gases de efecto invernadero son gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria utilizados en la obra y que operan a base de gasolina y diésel. Estas emisiones estarán compuestas principalmente de monóxido de carbono, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y restos de hidrocarburos no quemados. Las emisiones a la atmósfera serán reducidas mediante el mantenimiento en óptimas condiciones de la maquinaria y equipo utilizado, dando cumplimiento a las normas ambientales que apliquen.

II.5.3.1 Estimación de GEI por etapa del Proyecto

Con base en el tipo y número de unidades de maquinaria a utilizar durante las etapas del proyecto es que puede estimarse un volumen de gases de efecto invernadero, empero habrá que tomar en cuenta otros factores como la edad de los equipos, el horario de trabajo y la calidad del mantenimiento a los motores, Desafortunadamente estos factores no son fácilmente medibles ni cuantificables sin embargo se realizará la estimación tomando en cuenta únicamente las fichas técnicas de los equipos de construcción a emplearse.

Etapa de Preparación del Sitio

Durante esta etapa se utilizarán principalmente camionetas tipo Pick up, y Tracto camiones para el traslado de los insumos de construcción.

Etapa de Construcción

Durante esta etapa se utilizarán principalmente camionetas tipo Pick up, Tracto camiones, Bulldozers, Moto-conformadoras, Moto-escrepas, Compactadoras de rodillo liso y pata de cabra, y camiones de carga tipo Kumatsu, petrolizadoras, asfaltadoras y pipas para riego.

Etapa de Operación y Mantenimiento

De acuerdo con la clasificación de carreteras establecida en la norma de servicios técnicos de Proyectos Geométricos de Carreteras de la SCT el Transito Diario Promedio Anual (TDPA) máximo que se considera para el proyecto será de aproximadamente 20,000 vehículos ya que el Proyecto se califica de su Fase II como un camino Tipo A4 de acuerdo con la Tabla II.23.



Tabla II. 26 Transito Diario Promedio Anual (TDPA)

Carretera Tipo	Transito Diario Promedio Anual (TDPA)
A4	De 5 mil a 20 mil vehículos
A2	De 3 mil a 5 mil vehículos
B	De 1,500 a 3 mil vehículos
C	De 500 a 1,500 vehículos
D	De 100 a 500 vehículos
E	De hasta 100 vehículos

II.5.3.2 Descripción de GEI que se generarán, como es el caso de H₂O, CO₂, CH₄, N₂O, CFC, O₃, entre otros.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de México de 1999, la mayor parte de las emisiones antropogénicas excluyendo las emisiones que emanan de fuentes naturales provienen de:

- Vehículos automotores, que ocupan el primer sitio en cuanto a emisiones de NO_x y CO, así como el segundo lugar en emisiones de COV.
- Plantas de generación de electricidad, que emiten la mayoría de las emisiones de SO_x y se ubican en segundo sitio en emisiones de NO_x, después de las fuentes móviles.

En ese mismo contexto y derivado del análisis de las emisiones por contaminantes se tiene lo siguiente.

- Las fuentes de emisión de NO_x, más representativas después de los vehículos automotores son las fuentes móviles que no circulan por carreteras (maquinaria de construcción) y las plantas de generación de energía eléctrica.
- Las emisiones de SO_x están fuertemente determinadas por procesos de manufactura y otros procesos industriales, las refinarias de petróleo y otros combustibles fósiles, así como por el consumo industrial de combustibles (fuente de área).
- En el caso de los COV, las fuentes que contribuyen de manera más significativa son el uso de solventes, los vehículos automotores, la distribución de combustibles (gasolina y gas LP), así como otros usos de combustibles (principalmente combustión doméstica de leña).
- En cuanto al CO, más del 62% del total de emisiones proviene de los vehículos automotores, mientras que alrededor del 27% corresponde a otros usos de combustibles (fundamentalmente gas LP en el sector transporte).
 - Para las emisiones de NH₃ son las actividades ganaderas, la aplicación de fertilizantes y la generación doméstica de amoníaco las responsables de la mayoría de las emisiones. Sólo una muy pequeña proporción de las emisiones de este contaminante proviene de los vehículos automotores.

II.6 IDENTIFICACIÓN DE LAS POSIBLES AFECTACIONES AL AMBIENTE CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE PROYECTO

Los impactos ambientales o afectaciones que podrá producir el proyecto al ambiente se refieren a continuación de forma sintetizada en virtud de que en el Capítulo V estos son analizados, evaluados y descritos de forma amplia.

Se sabe que durante la preparación y construcción se van a generar polvos en casi todas las actividades, los cuales eventualmente son dispersados por el aire y depositados en los alrededores. Para atenuar esto, se recomienda la aplicación de riegos sobre los caminos y áreas de excavación o movimiento de tierras. También van a producir emisiones a la atmósfera los automotores y máquinas, pero su intensidad será menor en comparación con las que se generen durante la operación del tramo. El tránsito vehicular en el tramo 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 (Premium, magna o diésel).
- Cilindrada y estado de desgaste de los motores.
- Aceite quemado por efecto de desperfectos mecánicos y falta de mantenimiento.

Estos factores no pueden ser estandarizados a condiciones constantes ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro. ^[1]_[2] [SEP]

Asimismo, la dispersión de los contaminantes dependerá de varios factores:

- Velocidad del viento.
- Temperatura atmosférica.
- Humedad relativa.
- Forma y tamaño del espacio al cual son emitidos.
- Concentración inicial del contaminante.

Por lo anterior y considerando que en ningún punto del trazo del proyecto se presentan condiciones de confinamiento se prevé una fácil dispersión de los contaminantes emitidos por los vehículos automotores en las diferentes etapas del proyecto.

Como principales modificaciones al ambiente se tendrá el retiro de vegetación, el retiro de suelo, cambios en la condición de naturalidad del entorno, retiro de fauna, y afectación al paisaje. Tanto los impactos como las medidas de mitigación son explicados a detalle en posteriores apartados de este documento.



III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

CONTENIDO

III.1	Planes y/o Programas Sectoriales.....	1
III.1.1	Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024	1
III.1.2	Programa de Trabajo 2019 de la secretaría de Comunicaciones y Transportes	2
III. 1.3	Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018	3
III.1.4	Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2016 – 2022	4
III.1.5	Plan Estratégico Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2016 – 2022.....	6
III.2	Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET).....	7
III.2.1	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	7
III.2.2	Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del estado de Oaxaca	13
III.2.3	Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.	21
III.2.4	Planes o Programas de Desarrollo Urbano Estatales y/o Municipales.....	23
III.2.4.1	Planes o Programas de Desarrollo Urbano a Nivel Municipal.....	23
III.2.5	Otras Áreas de Interés Ecológico o Ambiental.....	24
III.2.5.1	Regiones Prioritarias y Áreas de Interés de la CONABIO	24
III.2.5.1.1	Área de Importancia para la Conservación de las Aves Sierra norte	24
III.3	Leyes y/o Reglamentos	27
III.3.1	Leyes y/o Reglamentos Federales	27
III.3.1.1	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	27
III.3.1.3	LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.....	30
III.3.1.4	LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE	31
III.3.1.5	LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.....	32
III.3.1.6	REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	34
III.3.1.7	REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.....	34
III.3.2	Leyes y/o Reglamentos Estatales	38
III.3.2.1	LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE OAXACA	38

III.3.2.2 LEY PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE OAXACA	39
III.3.3 Normas Oficiales Mexicanas.....	41
III.3.4 Convenios Internacionales	43
III.3.4.1 Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.....	43
III.3.4.2 Protocolo de Kyoto	43
III.3.4.3 Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1 Descripción de las Unidades Ambientales Biofísicas en las que incide el Proyecto.....	8
Tabla III. 2 Vinculación jurídica del Proyecto con las estrategias aplicables.....	9
Tabla III. 3 Lineamientos ecológicos aplicables para las UGAs en las que incide el Proyecto.....	14
Tabla III. 4 Descripción y vinculación de las estrategias pertenecientes al sector forestal, el cual es aplicable al Proyecto.....	17
Tabla III. 5 Estrategias del rubro restauración de suelos aplicables a la UGA 054 del POER.....	17
Tabla III. 6 Estrategias del rubro conservación de la biodiversidad aplicables a la UGA 054 del POER	18
Tabla III. 7 Descripción de las estrategias generales y su vinculación jurídica	19
Tabla III. 8 Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica del POER aplicables	20
Tabla III. 9 Distancias existentes del Proyecto respecto de las Áreas Naturales Federales.....	21
Tabla III. 10 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la LGEEPA.....	29
Tabla III. 11 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables.....	30
Tabla III. 12 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables	31
Tabla III. 13 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables	32
Tabla III. 14 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables	34
Tabla III. 15 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables	35
Tabla III. 16 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables	38
Tabla III. 17 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables	39
Tabla III. 18 Vinculación con la Normas Oficiales Mexicanas.	41
Tabla III. 19 Distancias existentes del Proyecto respecto de las áreas de interés ecológico	24

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa III. 1 Ubicación del Proyecto y su incidencia en las UAB.	9
Mapa III. 2 Ubicación del Proyecto y su incidencia en las UGAs	16
Mapa III. 3 Ubicación del Proyecto respecto de las Áreas Naturales Protegidas de orden federal.....	22
Mapa III. 4 Ubicación del Proyecto respecto a Áreas Naturales Protegidas de orden estatal.	23
Mapa III. 5. Ubicación del Proyecto respecto al AICA Sierra Norte.	25

III.1 PLANES Y/O PROGRAMAS SECTORIALES

III.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019 – 2024

El Plan Nacional de Desarrollo (PND)¹, se emite el Ejecutivo Federal con fundamento en el artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es un instrumento que sirve para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal, en él se enmarca la parte del pacto social que le corresponde cumplir al gobierno.

Este documento se basa en los ejes 1. Política y Gobierno, 2. Política Social, 3. Economía y 4. Epílogo: Visión 24; a continuación, se desarrollarán aquellos ejes aplicables al Proyecto.

II. POLÍTICA SOCIAL

Desarrollo sostenible

El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

III. Economía

Respeto a los contratos existentes y aliento a la inversión privada

El gobierno federal respetará los contratos suscritos por administraciones anteriores, salvo que se comprobara que fueron obtenidos mediante prácticas corruptas, en cuyo caso se denunciarán ante las instancias correspondientes.

Se alentará la inversión privada, tanto la nacional como la extranjera, y se establecerá un marco de certeza jurídica, honestidad, transparencia y reglas claras. El concurso de entidades privadas será fundamental en los proyectos regionales del Tren Maya y el Corredor Transísmico, en modalidades de asociación público-privada.

Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo

¹ Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024, disponible en https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019 (consultado el 15 de octubre de 2019)

Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados. Hoy en día más de la mitad de la población económicamente activa permanece en el sector informal, la mayor parte con ingresos por debajo de la línea de pobreza y sin prestaciones laborales. Esa situación resulta inaceptable desde cualquier perspectiva ética y pernicioso para cualquier perspectiva económica: para los propios informales, que viven en un entorno que les niega derechos básicos, para los productores, que no pueden colocar sus productos por falta de consumidores, y para el fisco, que no puede considerarlos causantes.

El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que generan la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas.

Vinculación jurídica del Proyecto con el PND.

El Proyecto consiste en la construcción del Libramiento Sur de Oaxaca y sus entronques, buscando tener un flujo continuo del tránsito vehicular y mercancías provenientes del centro del país, hacia la costa oaxaqueña, estado de Chiapas y Centro América. Asimismo, se busca promover el desarrollo económico de esta región del país, reducir los tiempos de traslado, descongestionamiento vial de las principales vialidades de la Ciudad de Oaxaca y fomento del empleo.

Por lo anterior, el Proyecto se ciñe a lo señalado en este Plan Nacional de Desarrollo, con especial énfasis en sus ejes II y III.

III.1.2 PROGRAMA DE TRABAJO 2019 DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

El Gobierno de México ha definido en su Plan Nacional de Desarrollo (PND) los objetivos, las estrategias y las líneas de acción para lograr el mejoramiento de las condiciones de vida del pueblo de México.

En su Visión, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) tiene una Misión que cumplir: contribuir al desarrollo regional y al bienestar social de la Nación mediante la construcción de una red intermodal de comunicaciones y transportes efectiva, sustentable y segura, así como el acceso universal a Internet y la transformación digital del país, que mejore las condiciones de vida de la población, principalmente la de los menos favorecidos, así como la Seguridad Nacional.

A continuación, se presenta la Misión, Objetivo, Estrategia y Línea de acción señaladas en este Programa de Trabajo 2019², que son aplicables al Proyecto y su vinculación jurídica.

Misión

Contribuir al desarrollo regional y al bienestar social de la Nación mediante la construcción de una red intermodal de comunicaciones y transportes efectiva, sustentable y segura, así como el acceso universal a Internet y la transformación digital

² Programa de Trabajo 2019, disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/477031/Programa_de_Trabajo.pdf (consultado el 28 de octubre de 2019)

del país, que mejore las condiciones de vida de la población, principalmente de los menos favorecidos, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

El cumplimiento de la Misión hace necesario el logro del siguiente objetivo:

Objetivo 1: 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 conecten a la mayoría las personas de cualquier condición, facilite el traslado de bienes y servicios y contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

En el sector carretero, dentro de las principales acciones que se llevarán a cabo en 2019, destaca el otorgamiento de un presupuesto mayor para la conservación y mejoramiento del estado físico de la red, así como el impulso al desarrollo de las zonas más marginadas del país, con un monto de 2,231 millones de pesos para la pavimentación de caminos que permitan acceder a las cabeceras municipales, abarcando 50 caminos del estado de Oaxaca.

Estrategia 1.1 Construir, modernizar y conservar la infraestructura carretera nacional, e intensificar los programas en apoyo a caminos rurales.

Línea de acción: Ampliar, modernizar y construir nuevos tramos carreteros mediante esquemas de financiamiento con participación público-privada.

Vinculación Jurídica con el Proyecto

El objeto del Proyecto es construir el Libramiento Sur de Oaxaca y sus entronques, buscando así dotar a la población de una infraestructura carretera óptima y eficiente, que detone económicamente esta región del país y que convierta a Oaxaca en un nodo para el cruce de mercancías hacia Centro América.

De lo anterior se observa que con la ejecución de las obras del Proyecto se alcanzara lo señalado en el Objetivo, Misión, Estrategia y Línea de Acción, por lo que existe congruencia jurídica.

III. 1.3 PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA 2014-2018

Este Programa Nacional de Infraestructura 2014 – 2018 (Programa)³, se crea con la finalidad de crear la infraestructura suficiente y de calidad para crear un crecimiento económico, aumentando la calidad de infraestructura vial que comunique las diferentes localidades del país. Se requiere de mayores inversiones conjuntas entre el sector público y privado que sean aplicadas de forma eficaz en sectores estratégicos. En este contexto, el Programa sienta las bases de un proyecto con visión de largo plazo, para garantizar la ejecución de aquellos programas y proyectos de infraestructura que demanda el desarrollo económico y social del país, con respeto al medio ambiente.

El Programa tiene un nuevo enfoque de desarrollo, que atiende las necesidades de todas las regiones y sectores del país, contribuyendo a democratizar la productividad, como uno de los ejes transversales del Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018.

³ Programa Nacional de Infraestructura 2014–2018, disponible en http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342547&fecha=29/04/2014 (consultado el 15 de octubre de 2019)

A continuación, se presentan los Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción que resultan aplicables al Proyecto. **Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción**

Objetivo

Contar con una infraestructura y una plataforma logística de transportes y comunicaciones modernas que fomenten una mayor competitividad, productividad y desarrollo económico y social.

Estrategia

Desarrollar a México como plataforma logística con infraestructura de transporte multimodal que genere costos competitivos y valor agregado, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social.

Líneas de Acción

- Mejorar la competitividad y eficiencia de la red de transportes a través del desarrollo de infraestructura integral, multimodal y que agregue valor.
- Consolidar corredores logísticos nacionales mediante infraestructura que estructure el territorio nacional en ejes longitudinales y transversales que fortalezcan las cadenas de suministro.

Conclusión

El proyecto se ciñe con el texto del Programa Nacional de Desarrollo vigente, así como del Programa de Trabajo 2019, pues lo que se busca es fomentar obras y contar con una infraestructura carretera eficiente, así como una plataforma logística de transportes y comunicaciones modernas que impulsen una mayor competitividad, crecimiento económico y social de la población de esta región del país. Lo anterior es así debido a que con el desarrollo del Proyecto se facilitara el cumplimiento de los objetivos, estrategias y líneas de acción señaladas en el presente Programa.

III.1.4 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE OAXACA 2016 – 2022

El Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2016-2022 (PED 2016-2022)⁴, es el instrumento rector de la planeación de este Gobierno a largo, mediano y corto plazos, el cual recoge las aspiraciones y demandas de la sociedad, y define tanto los objetivos y metas, como las estrategias y líneas de acción que orientarán la toma de decisiones y los trabajos de la administración pública, en colaboración con los distintos sectores públicos y sociales.

El PED está estructurado en cinco ejes rectores, los cuales se mencionan a continuación:

- I. 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.

⁴ Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2016-2022, disponible en https://www.finanzasoxaca.gob.mx/pdf/planes/Plan_Estatal_de_Desarrollo_2016-2022.pdf (consultado el 17 de octubre de 2019)



- II. Oaxaca moderno y transparente, que busca tener un estado fuerte, honesto, de principios y valores, cohesionado y competitivo.
- III. 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.
- IV. 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.
- V. Oaxaca sustentable, que busca conservar y preservar las riquezas naturales y culturales de nuestra entidad.

Misión

Esta Administración se ha propuesto la construcción en común de una nueva realidad social, justa, incluyente, multicultural y sustentable para toda la población de la entidad, a través de la acción conjunta, el diálogo y la conciliación entre sociedad y gobierno para que, en un entorno de paz plena y seguridad, se impulse el crecimiento económico y la equitativa distribución de la riqueza.

Visión

La proyección que este Gobierno tiene de Oaxaca es la de un estado multicultural, productivo, incluyente, seguro, moderno y sustentable, en el que todas y todos sus habitantes, sin distinción alguna, tengan oportunidades y alter nativas para desarrollarse y mejorar las condiciones de vida propias y de sus familias, mediante una Administración Estatal cercana, transparente y de calidad en cada una de sus regiones.

Objetivo estratégico

A partir de la Misión y Visión expresadas, este Gobierno tiene el propósito de aprovechar los recursos, las potencialidades y las oportunidades, tanto naturales como culturales, humanas y productivas de las ocho regiones del estado, para generar un cambio sustantivo en la calidad de vida de la población, por medio de una planeación incluyente y una acción de gobierno transparente, que en un entorno de seguridad, legalidad y paz, reduzca las brechas de desigualdad y pobreza, y por consiguiente, Oaxaca se transforme en un lugar donde sea posible crecer y prosperar con dignidad.

EJE IV: Oaxaca productivo e innovador

4.4 Comunicaciones y Transportes

Objetivo 1:

Mejorar la conectividad del estado y dentro de sus regiones mediante infraestructura y una plataforma logística de transporte integral y comunicaciones modernas que fomenten la competitividad, productividad y desarrollo económico y social.

Estrategia 1.1:

Fortalecer las vías de comunicación, acordes con el ordenamiento territorial de Oaxaca, manteniéndolas en óptimas condiciones para impulsar el desarrollo económico y social desde una perspectiva sustentable.

Líneas de acción

- Fomentar la modernización de los medios de transporte en sus diversas modalidades: público de carga, de pasaje, turístico, entre otras.

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.

Vinculación Jurica con el Proyecto

El objeto del Proyecto es construir el Libramiento Sur de Oaxaca y sus entronques, buscando así dotar a la población de una infraestructura carretera optima y eficiente, que detone económicamente esta región del país y que convierta a Oaxaca en un nodo para el cruce de mercancías hacia Centro América.

De lo anterior se observa que con la ejecución de las obras del Proyecto se alcanzara lo señalado en el Objetivo, Misión, Estrategia y Línea de Acción, por lo que existe congruencia jurídica.

III.1.5 PLAN ESTRATÉGICO SECTORIAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 2016 – 2022

Los Planes Estratégicos Sectoriales (PES) son instrumentos de Planeación Estatal que establecen las prioridades, objetivos, metas y la estimación anual y/o plurianual indicativa del gasto corriente y de inversión, requerido por cada sector para el cumplimiento de sus objetivos.

Por su parte, el presente Plan Estratégico Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2016-2022⁵, plasma de una manera clara y precisa las directrices derivadas de los Planes Nacional y Estatal de Desarrollo que ordenan el trabajo de la Secretaría de las Infraestructuras y el Ordenamiento Territorial Sustentable (SINFRA), así como de las dependencias rectoras en el tema y los organismos descentralizados del Sector, con el fin de coadyuvar en las tareas de un Gobierno determinado a cumplir los compromisos establecidos con la población oaxaqueña.

A continuación, se describe el marco estratégico con sus objetivos y estrategias aplicables al Proyecto, así como su vinculación jurídica.

⁵ Plan Estratégico Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2016-2022, disponible en https://www.oaxaca.gob.mx/sinfra/wp-content/uploads/sites/14/2018/12/PORTADA_PES_Comunicaciones.pdf (consultado el 17 de octubre de 2019)

Marco estratégico

Programa: Ampliación y mejora de carreteras alimentadoras

Objetivo 2. Mejorar la red carretera alimentadora y puentes del estado de Oaxaca para facilitar la integración de mercados y el acceso a servicios.

Estrategia 2.1. Ampliar las carreteras alimentadoras.

Objetivo 3. Contribuir a que la infraestructura vial y de transporte desarrolle sus capacidades de manera eficiente y sustentable.

Estrategia 3.2 Impulsar el desarrollo de la infraestructura vial y de transporte.

Vinculación Jurídica

El Proyecto Libramiento Sur de Oaxaca y sus entronques, busca dotar a la población de una infraestructura carretera eficiente y que disminuya los tiempos de traslado, así como detonar económicamente a esta región del país, al facilitar el traslado de mercancías hacia la costa de Oaxaca, Chiapas y Centro América; Por lo anterior, existe congruencia con lo señalado en los objetivos y estrategias descritas.

III.2 PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO

Este Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)⁶, resulta ser un instrumento de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática. De conformidad con el Artículo 34 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en sus programas operativos anuales, en sus Proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA) la propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Regionalización Ecológica

⁶ Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, disponible en https://www.semamat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/dof_2012_09_07_poegt.pdf (consultado el 15 de octubre de 2019).

De acuerdo con el Programa la base para la regionalización ecológica 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.

Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de Unidad Ambiental Biofísica (UAB) que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. En este sentido cada UAB cuenta con 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.

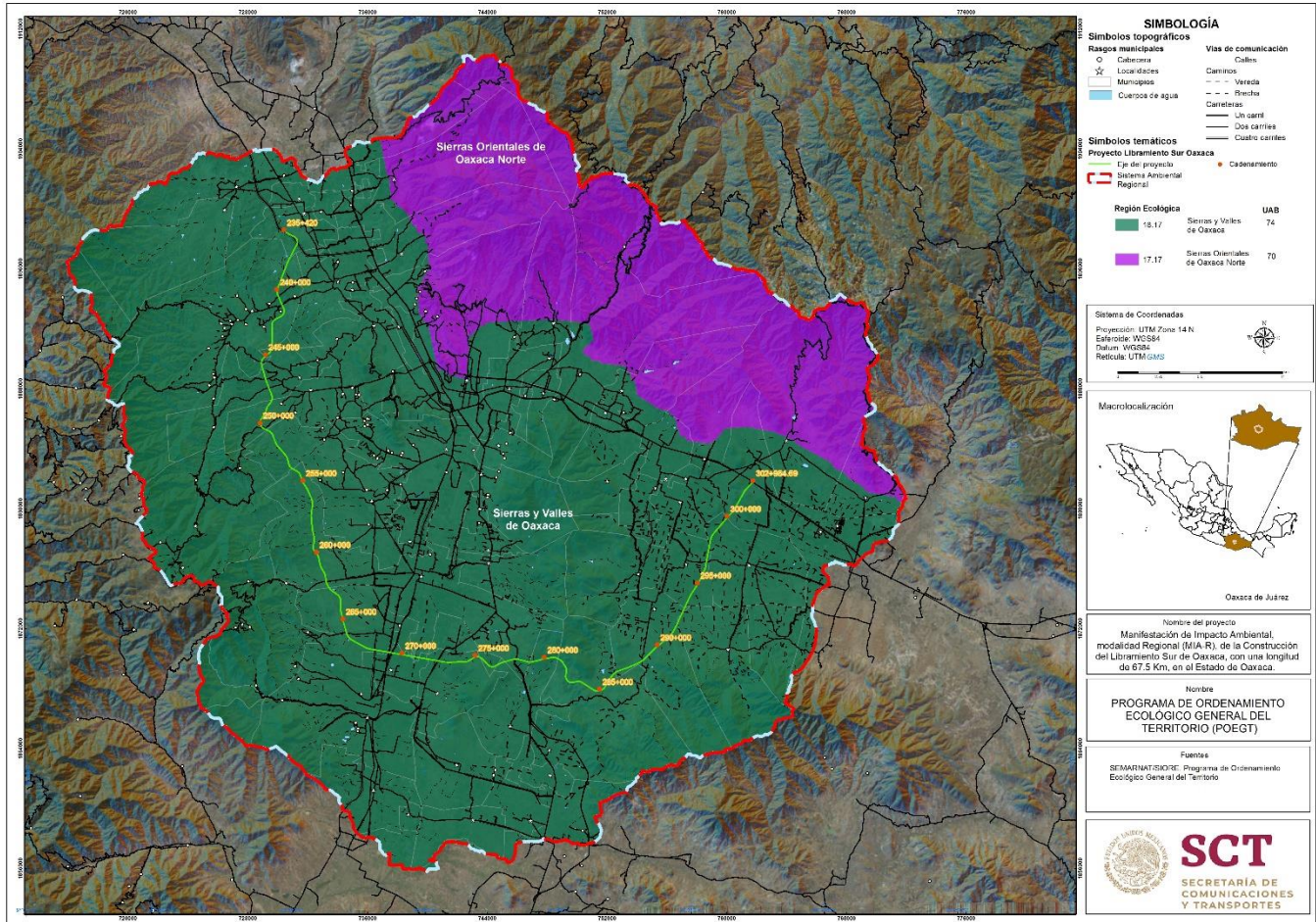
Asimismo, como parte de las áreas de atención prioritaria del territorio, que son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado, el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

De acuerdo con los lineamientos del presente instrumento de ordenamiento ecológico, en la Tabla III.1., se describen los atributos generales de las UAB en las que incide el Proyecto.

Tabla III. 1 Descripción de las Unidades Ambientales Biofísicas en las que incide el Proyecto

Clave Región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Política Ambiental	Nivel de atención Prioritaria	Estrategias Sectoriales
18.17	74	Sierras y Valles de Oaxaca	Forestal	Agricultura	Desarrollo Social- Minería- Poblacional- Turismo	Restauración y Aprovechamiento Sustentable	Muy Alta	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

A continuación, se presenta en el Mapa la ubicación del Proyecto y su incidencia en la UAB.



Mapa III. 1 Ubicación del Proyecto y su incidencia en las UAB.

De acuerdo con la anterior información señalada en la Tabla III.1, en la siguiente Tabla III.2 de forma específica, se vincularán únicamente aquellas estrategias que están relacionadas con la naturaleza del Proyecto, cuya naturaleza corresponden a infraestructura de comunicaciones.

Tabla III. 2 Vinculación jurídica del Proyecto con las estrategias aplicables

Estrategias. UAB 18.17 Sierras y Valles de Oaxaca		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	Vinculación con el Proyecto	
B) Aprovechamiento Sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	En función de sus características, ubicación y alcances, el Proyecto no presenta vinculación con estas estrategias, toda vez que no se pretende el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes, recursos naturales, suelos agrícolas o pecuarios, ni recursos forestales.



Estrategias. UAB 18.17 Sierras y Valles de Oaxaca		
	<p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>	
C) Protección de los recursos naturales	<p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>	No son aplicables al Proyecto, puesto que no se realizarán actividades enfocadas a la protección y restauración de cuencas, acuíferos, infraestructura hídrica, o racionalizar el uso de agroquímicos.
D) Restauración	<p>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas</p>	Respecto del contenido de esta estrategia, si bien es cierto que el Proyecto no tiene por objeto la restauración de ecosistemas; se tiene contemplado la implementación de acciones de mitigación tendientes a la restauración ecológica en aquellas zonas dañadas. Por lo anterior, el Proyecto se ciñe a lo mencionado en la presente estrategia.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p>16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.</p> <p>17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).</p> <p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p>23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista)– beneficio (valor de la experiencia,</p>	Las presentes estrategias no guardan relación con el Proyecto, pues están encaminadas a las funciones del sector público a cargo de las autoridades.

Estrategias. UAB 18.17 Sierras y Valles de Oaxaca		
	empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		Vinculación con el Proyecto.
A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El Proyecto no tiene por objeto mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares, por lo que no son aplicables.
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.	Las presentes estrategias no son aplicables al Proyecto.
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	La presente estrategia está encaminada al desarrollo de las actividades del sector público, por lo que no es aplicable al Proyecto.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional.	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	El Proyecto consiste en la construcción de un Libramiento, con sus obras mayores y menores, buscando tener un flujo continuo del tránsito de personas y mercancías desde el centro del país hasta la costa oaxaqueña, y el estado de Chiapas y Centro América, logrando así tener ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas y menos costosas. Por lo anterior, se da cumplimiento a las estrategias señaladas en este inciso D), existiendo así congruencia jurídica.
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	Las presentes estrategias no son aplicables al Proyecto, puesto que tienen una vocación para impulsar las actividades de seguridad agroalimentaria, seguridad social y de salud, así como de integración de la población en acciones de carácter social.



Estrategias. UAB 18.17 Sierras y Valles de Oaxaca		
	<p>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.</p> <p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>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.</p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		Vinculación con el Proyecto
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural	El Proyecto no pretende desempeñar actividades encaminadas al respeto de los derechos de Propiedad, por lo que no es aplicable esta estrategia.
B) Planeación del ordenamiento territorial	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>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.</p>	Las presentes estrategias están encaminadas a desempeñar actividades directas de las autoridades, por lo que no son aplicables al Proyecto.



Conclusión

El presente ordenamiento ecológico tiene un carácter orientador de las actividades que deben ser impulsadas en el territorio nacional; de su contenido no se aprecian restricciones o prohibiciones que impidan ejecutar las obras que se someten al procedimiento de evaluación de impacto ambiental; por lo tanto, el Proyecto no se contraponen con lo señalado en este ordenamiento ecológico.

III.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE OAXACA

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POER)⁷, es la representación, en un sistema de información geográfica, de las UGAs. En tanto una UGA es la unidad mínima del área de Ordenamiento Ecológico a la que se asignan lineamientos y estrategias ecológicas. Posee condiciones de homogeneidad de aptitud del territorio (definidos por atributos ambientales y socioeconómicos), además representa la unidad estratégica de manejo que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando el consenso entre los sectores respecto a la utilización del territorio.

En la siguiente Tabla III.3, se describen a detalle las UGAs en las que incide el Proyecto.

⁷ Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca, disponible en http://www.ordenamientoecologico.oaxaca.gob.mx/sites/default/files/pdf/POERTEO_Documento_Final_web.pdf (consultado el 15 de octubre de 2019)

Tabla III. 3 Lineamientos ecológicos aplicables para las UGAs en las que incide el Proyecto

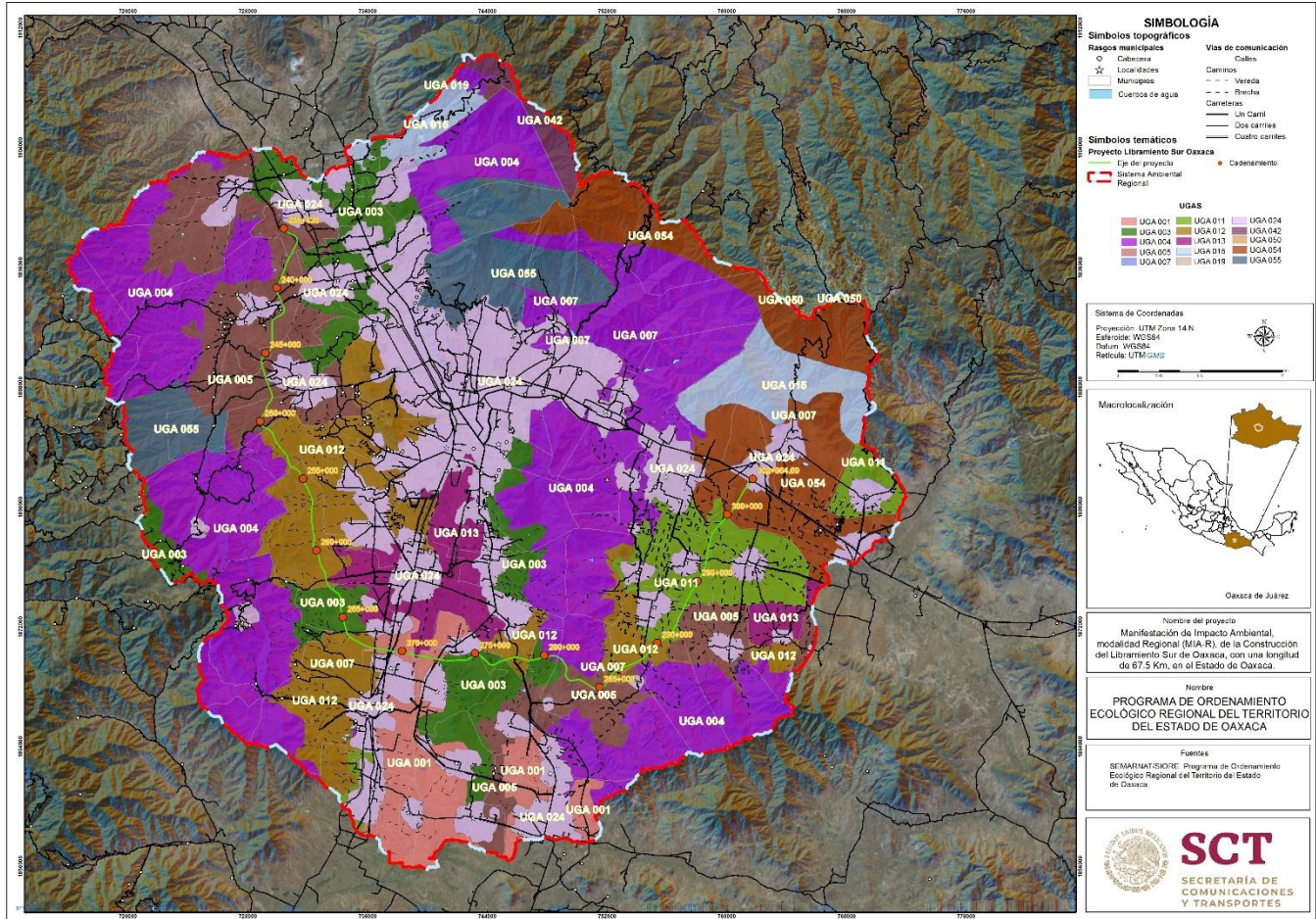
UGA / Política	Uso recomendado	Uso condicionado	Uso no recomendado	Sin aptitud	Lineamiento
1 Aprovechamiento sustentable	Agrícola, acuícola ganadería	Industria, minería, industria eólica, asentamientos humanos	Apícola, ecoturismo, turismo	Forestal	Aprovechar las 473,694 ha con aptitud para el desarrollo de actividades productivas, con mejoras en los procesos y empleo de técnicas menos agresivas con el suelo en los sectores agropecuarios, así como conservar las 40,198 ha actuales de bosques, selvas y matorrales en condiciones óptimas, para detener la tendencia en el deterioro de sus recursos.
3 Aprovechamiento sustentable	Asentamientos humanos, minería	Industria, ganadería, acuícola, agrícola, industria eólica	Apícola, ecoturismo, turismo	Forestal	Aprovechar las 231,062 ha con aptitud productiva y para el desarrollo de centros de población de forma planeada, conservando en estado óptimo las 46,617 ha actuales de bosques y selvas, manteniendo con ello un equilibrio entre los núcleos de población y su entorno.
4 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.
5 Aprovechamiento sustentable	Asentamientos humanos, minería	Agrícola, ganadería, forestal, industria, industria eólica	Apícola, ecoturismo, turismo	Acuícola	Aprovechar las 213,228 ha para el desarrollo de asentamientos humanos y del sector secundario, así como las áreas altamente productivas en que se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas, mejorando los procesos de producción; y llevar a cabo un manejo forestal integral de las 35,901 ha de bosques y selvas, buscando mantener un equilibrio entre desarrollo y conservación del área
11 Aprovechamiento sustentable	Industria, forestal	Asentamientos humanos, minería, apícola, agrícola, acuícola, turismo, industria eólica	Ecoturismo	Ganadería	Aprovechar las 80,932 ha actuales de bosques y selvas para el desarrollo forestal y apícola, así como las 70,060 ha con aptitud productiva para actividades industriales, turísticas, agrícolas y el desarrollo de centros de población, impulsando la infraestructura necesaria, con el fin de que el mantenimiento de bosques y selvas proporcione equilibrio ambiental, mantenga la biodiversidad y servicios ambientales de la UGA.



UGA / Política	Uso recomendado	Uso condicionado	Uso no recomendado	Sin aptitud	Lineamiento
12 Aprovechamiento sustentable	Asentamientos humanos, ecoturismo	Turismo, minería, industria, agrícola	Apícola	Acuícola, forestal, ganadería, industria eólica	Aprovechar para actividades ecoturísticas las 37,425 ha actuales de bosques y selvas, y las 134,627 ha con aptitud para actividades industriales, turísticas, agrícolas y para el desarrollo de centros de población, impulsando la infraestructura necesaria para el óptimo desarrollo de estas actividades, para mantener los recursos naturales existentes en bosques y selvas, los servicios ambientales que proporcionan y darle viabilidad de sustentabilidad a la UGA.
13 Aprovechamiento sustentable	Turismo, Ecoturismo	Industria, agrícola, minería, asentamientos humanos, acuícola, industria eólica	Apícola	Forestal, ganadería	Aprovechar sustentablemente, con procesos de bajo impacto las 57,167 ha con aptitud productiva para el desarrollo turístico de bajo impacto, industriales y de centros de población, así como las 6,549 ha actuales de bosques y selvas, para disminuir el nivel de presión sobre los recursos suelo, agua y biodiversidad y dar viabilidad de sustentabilidad a las áreas de la UGA.
24 Aprovechamiento sustentable	Asentamientos humanos	Agrícola, Acuícola, Industria, Ganadería	Ecoturismo, turismo	Apícola, forestal, industria eólica, minería	Garantizar una dotación básica de agua e infraestructura acorde a las necesidades de centros de población para el manejo de residuos y mejoras en la distribución, frecuencia en el servicio y consumo de agua, promoviendo el uso de técnicas orientadas hacia la conservación de suelos y agua, así como la concentración de asentamientos humanos para evitar su expansión desordenada, con el fin de disminuir la presión hacia los recursos, así como mantener y conservar las zonas de bosques y selvas que representan actualmente 15,958 ha.
54 Protección propuesta	Ecoturismo	Forestal, Industria, Apícola, Industria eólica, Minería	Turismo	Agrícola, acuícola, asentamientos humanos, ganadería	Proteger las 1,062,973 ha de cobertura vegetal de la UGA mediante los diferentes esquemas e instrumentos de conservación aplicables, para mantener la biodiversidad y ecosistemas que contiene y garantizar su permanencia en el tiempo, así como los bienes y servicios ambientales que esta provee, controlando el crecimiento de asentamientos y sectores productivos para evitar su expansión y por tanto el aumento de la presión sobre los recursos.



En la siguiente Figura III.2, se muestra la ubicación del Proyecto y su incidencia en las UGAs.



Mapa III. 2 Ubicación del Proyecto y su incidencia en las UGAs

Del anterior contenido de la Tabla. III.3, se observa que el Proyecto incide en dos políticas ambientales previstas en este POER; la de Aprovechamiento sustentable y la de Protección Propuesta. La primera de ellas es aplicable para las UGAs 1, 3, 4, 5, 11, 12, 13 y 24, mientras que la segunda solo para la UGA 54.

En el caso de las UGAS de aprovechamiento sustentable, las estrategias se estructuraron de acuerdo con los sectores, pues existen 11 sectores productivos con sus estrategias diferentes, pues los programas existentes irán enfocados a sectores en particular. A continuación, en la Tabla III.4, se describen las estrategias ecológicas pertenecientes al sector forestal, por ser aplicable al Proyecto.



Tabla III. 4 Descripción y vinculación de las estrategias pertenecientes al sector forestal, el cual es aplicable al Proyecto.

Sector Forestal		
Actores estratégicos	SAGARPA, SEDAFPA, CONAFOR, SEMARNAT, WWF, ONGS, INICIATIVA PRIVADA, INSTITUCIONES ACADEMICAS, COMITÉS DE RECURSOS NATURALES, CONSEJOS MICRORREGIONALES, COMISIÓN ESTATAL FORESTAL, IMO	
Rubro	Sectorial	
Imagen Objetivo a 2025	El Manejo Forestal Sustentable en el Estado está establecido en la mayoría de los territorios con esta aptitud, integra diversas actividades productivas extractivas, compatibles con la conservación de los recursos naturales y con la identidad cultural de las comunidades, es una fuente creciente de servicios ambientales reconocidos con la contraprestación correspondiente, está en proceso ininterrumpido de integración vertical y horizontal, crea y promueve empleos y contribuye al bienestar social de los propietarios del bosque y sus comunidades.	
Conservación y Restauración		Política
Conservación y restauración de suelos, reforestación y el mantenimiento de áreas reforestadas		Conservación
		Política
		Restauración
Restauración forestal		
Obras y prácticas de conservación y restauración de suelos	Restauración	Protección
Reforestación		
Mantenimiento de la reforestación		
Vinculación Jurídica con el proyecto		
<p>El Proyecto tiene por objeto la construcción del Libramiento Sur de Oaxaca, así como la construcción de entronques; los cuales facilitaran el tránsito por esta región de país, detonando la conectividad y flujo de mercancías hacia la costa oaxaqueña, Chiapas y Centro América.</p> <p>Para compensar el efecto de las obras del Proyecto, se implementarán acciones de mitigación mediante reforestaciones, destinadas a restaurar aquellas zonas con un grado de deterioro ambiental que, por su relevancia regional, los servicios ambientales requieren ser restablecidos. Asimismo, se implementará un Programa de Conservación de Suelos, enfocado en recuperar el suelo orgánico afectado por las obras, el cual será utilizado en las acciones de reforestación.</p> <p>Con lo anterior, el Proyecto muestra congruencia con las estrategias establecidas para este sector forestal de la UGA 54, por lo que existe viabilidad jurídica.</p>		

Por otro lado, en las tablas III.5 y III.6 se describen las estrategias aplicables a la UGA 054 del POER.

Tabla III. 5 Estrategias del rubro restauración de suelos aplicables a la UGA 054 del POER

Política de Protección		Vinculación
Estrategias de suelo		
Rubro	Restauración de suelos	
objetivos específicos	Programas y acciones	
Evitar el deterioro del suelo y rehabilitarlo con base en su capacidad de uso	Programa de Conservación y Restauración de Suelos por Compensación Ambiental <ul style="list-style-type: none"> Recuperación de áreas forestales. Programa Normal Estatal de Reforestación <ul style="list-style-type: none"> Reforestación con especies nativas 	<p>El Proyecto tiene por objeto la construcción del Libramiento Sur de Oaxaca, así como la construcción de entronques; los cuales facilitaran el tránsito por esta región de país, detonando la conectividad y flujo de mercancías hacia la costa oaxaqueña, Chiapas y Centro América.</p> <p>Es importante señalar que las obras del Proyecto se ejecutaran sobre una matriz agrícola, la cual se encuentra desprovista de vegetación a causa de las actividades propias de la agricultura.</p>

Política de Protección		Vinculación
Estrategias de suelo		
Rubro	Restauración de suelos	
objetivos específicos	Programas y acciones	
	<p>Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua. Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria COUSSA-PESA.</p> <ul style="list-style-type: none"> Adquisición de planta y reforestación con especies nativas 	<p>Para compensar el efecto de las obras del Proyecto, se implementarán acciones de mitigación mediante reforestaciones con especies endémicas, destinadas a restaurar aquellas zonas con un grado de deterioro ambiental y que, por su relevancia regional y atributos, sus servicios ambientales requieren ser restablecidos. Asimismo, se implementará un Programa de Conservación de Suelos, enfocado en recuperar el suelo orgánico afectado por las obras, el cual será utilizado en las acciones de reforestación.</p> <p>Para evitar cualquier alteración a cuerpos de agua y su libre flujo, se diseñarán obras de drenaje mayores y menores; se limpiarán y protegerán los cauces, mediante el Programa de Conservación y Protección de los Componentes Hídricos.</p> <p>No obstante, para el Proyecto no se implementarán acciones enfocadas a buscar una seguridad alimentaria, puesto que es una facultad expresa de las autoridades.</p> <p>Con lo anterior, el Proyecto muestra congruencia con las estrategias establecidas para este rubro restauración de suelos de la UGA 54, por lo que existe viabilidad jurídica.</p>

Tabla III. 6 Estrategias del rubro conservación de la biodiversidad aplicables a la UGA 054 del POER

Política de Protección		Vinculación
Estrategias Biodiversidad		
Rubro	Conservación de la biodiversidad	
Objetivos específicos	Programas y acciones	
Promover e impulsar la preservación de la biodiversidad	<p>Proyecto Manejo y Conservación de Recursos Naturales en Zonas Indígenas (MANCON).</p> <ul style="list-style-type: none"> Operación de Proyectos de conservación de recursos naturales en zonas indígenas, ejecutados por dependencias federales estatales, y municipales, así como núcleos agrarios, organizaciones y grupos de trabajo. Contribuir con recursos económicos destinados a la protección, recuperación, rescate, mantenimiento y/o manejo sustentable de los ecosistemas y la biodiversidad en las regiones indígenas. 	<p>El Proyecto no tiene por objeto realizar acciones de manejo y conservación de recursos naturales en zonas indígenas; no obstante, se implementarán acciones de carácter social como lo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> La Gestión adecuada de terrenos con propietarios Aviso previo y oportuno del cierre de caminos existentes y de la realización de actividades de obra Incorporación de pasos y requerimientos al proyecto Protección de zonas urbanas contra polvo y ruido.



Política de Protección		Vinculación
Estrategias Biodiversidad		
Rubro	Conservación de la biodiversidad	
Objetivos específicos	Programas y acciones	
		<p>Asimismo, se implementarán acciones de carácter ambiental para recuperar y restaurar los servicios ambientales de los ecosistemas degradados, tales como las restauraciones mediante reforestaciones con especies endémicas, un Programa de Conservación de Suelos, enfocado en recuperar el suelo orgánico afectado por las obras, el cual será utilizado en las acciones de reforestación.</p> <p>De lo anterior, queda en evidencia que el Proyecto tiene congruencia y viabilidad jurídica con lo señalado en esta estrategia.</p>

A continuación, se presentan las estrategias generales y estatales aplicables al Proyecto.

Estrategias Generales y/o estatales

Además de las estrategias sectoriales y específicas para cada tipo de política, se tienen estrategias de tipo estatal, donde los rubros son 3: cambio climático, riesgos y disposición de residuos. En la Tabla III.7 se describen las estrategias generales y estatales aplicables al Proyecto y su vinculación jurídica.

Tabla III. 7 Descripción de las estrategias generales y su vinculación jurídica

Estrategias generales	
Todas las políticas	
Estrategias Riesgos	
Actores estratégicos	COMITÉS ESTATAL DE PREVENCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS FORESTALES, DUEÑOS Y POSEEDORES DE TERRENOS FORESTALES, ASOCIACIONES DE SILVICULTORES, PRESTADORES DE SERVICIOS TÉCNICOS FORESTALES Y ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES, CONAFOR, SEDENA, GOBIERNOS ESTATALES Y MUNICIPALES, PROTECCIÓN CIVIL, COMISION ESTATAL FORESTAL (COESFO).
Rubro	Incendios
Objetivos específicos	Programas acciones
Fortalecer los mecanismos e instrumentos para prevenir y controlar y disminuir el número de incendios dañinos, así como su intensidad y superficie afectada	Incentivar la restauración con especies nativas de terrenos forestales privados siniestrados, con apoyo a los propietarios y seguimientos de control de plagas y enfermedades de la vegetación.
Vinculación	



Estrategias generales
Todas las políticas
Estrategias Riesgos
Para compensar el efecto de las obras del Proyecto, se implementarán acciones de mitigación mediante reforestaciones con especies endémicas, destinadas a restaurar aquellas zonas con un grado de deterioro ambiental y que, por su relevancia regional y atributos, sus servicios ambientales requieren ser restablecidos. Asimismo, se implementará un Programa de Conservación de Suelos, enfocado en recuperar el suelo orgánico afectado por las obras, el cual será utilizado en las acciones de reforestación.

En la siguiente Tabla III.8, se presenta la vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica del POERTEO aplicables.

Tabla III. 8 Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica del POER aplicables

Políticas / Criterios / UGA	Vinculación
Protección, Restauración, Conservación UGA 54 C-007 Se deberá evitar la introducción de especies exóticas, salvo en caso de que dichas especies sirvan como medidas del restablecimiento del equilibrio biológico en el ecosistema y no compitan con la biodiversidad local.	Para el Proyecto no se introducirán especies exóticas ni de flora o fauna, pues para el caso de las acciones de mitigación se llevará a cabo una revegetación con especies nativas. Con lo anterior se da cumplimiento a lo ordenado en este criterio.
Protección, Restauración, Conservación UGA 54 C-008 Para acciones de reforestación, estas se deberán llevar a cabo con especies nativas, considerando las densidades naturales, de acuerdo a la vegetación existente en el entorno.	Dentro de las acciones de reforestación se considerarán aquellas especies propias del rescate de la vegetación, como aquellas que se produzcan en vivero rústico y que serán obligatoriamente las nativas de la región; por lo cual las acciones de reforestación son congruentes con lo establecido en el presente criterio.
Protección, Restauración, Conservación UGA 54 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.	Para evitar cualquier alteración a cuerpos de agua y su libre flujo, se diseñarán obras de drenaje mayores y menores; se limpiarán y protegerán los cauces, mediante el Programa de Conservación y Protección de los Componentes Hídricos. Asimismo, se le dará mantenimiento y desazolve periódico en la etapa de Operación a las obras de drenaje. Con lo anterior, el Proyecto se ciñe a lo señalado en esta política y criterio.
Todas las políticas, Todas las UGAs C.13 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.	Para evitar cualquier alteración sobre los cuerpos de agua, su libre flujo y zonas riparias, se diseñarán obras de drenaje mayores y menores para el Proyecto; asimismo, se implementará un Programa de Conservación y Protección de los Componentes Hídricos. Por lo anterior, existe congruencia y armonía con lo señalado en esta política y criterio.
Todas las políticas, Todas las UGAs 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 y sus obras no modificarán los cauces naturales, así como los flujos de escurrimientos naturales, para ello se diseñarán obras de drenaje mayores y menores; se limpiarán y protegerán los cauces, mediante el Programa de Conservación y Protección de los Componentes Hídricos. Con lo anterior, existe congruencia con lo señalado en esta política y criterio.



Políticas / Criterios / UGA	Vinculación
<p>Todas las políticas, Todas las UGAs 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.</p>	<p>En cumplimiento de esta política y criterio, ningún residuo será depositado en zonas que no estén autorizadas por las autoridades competentes; puesto que serán manejados de manera integral, separándose y se depositarán en contenedores previamente etiquetados, para ser entregados a una empresa encargada de su traslado y disposición final.</p>
<p>Todas las políticas, Todas las UGAs C-033 Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural.</p>	<p>Las obras del Proyecto no alterarán los flujos hidráulicos ni la vegetación que se encuentre en zonas riparias, puesto que se diseñarán obras hidráulicas para evitar interrumpir los cuerpos de agua, así como para guiar los escurrimientos y que estos mantengan su cauce natural.</p> <p>Por lo anterior, el Proyecto se ciñe a lo señalado en esta política y criterio, existiendo congruencia.</p>

Conclusión

El Proyecto muestra compatibilidad y armonía, el cual se ciñe a las políticas, estrategias y criterios vinculados, de los cuales no se observa alguna restricción o prohibición respecto de las obras que se ejecutarán, por lo anterior existe congruencia y viabilidad jurídica.

III.2.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

De un análisis geoespacial de la ubicación del trazo del Proyecto, se logró constatar que las obras y actividades de este no inciden en Áreas Naturales Protegidas de ningún orden (federal, estatal o municipal), por lo que el Proyecto de ninguna forma ejercerá presión o comprometerá los ecosistemas que se protegen con este tipo de áreas de importancia ambiental, en este sentido no se contraponen en ningún sentido a decretos o programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas.

Las Áreas Naturales Protegidas más próximas al Proyecto se refieren en la siguiente Tabla III.9.

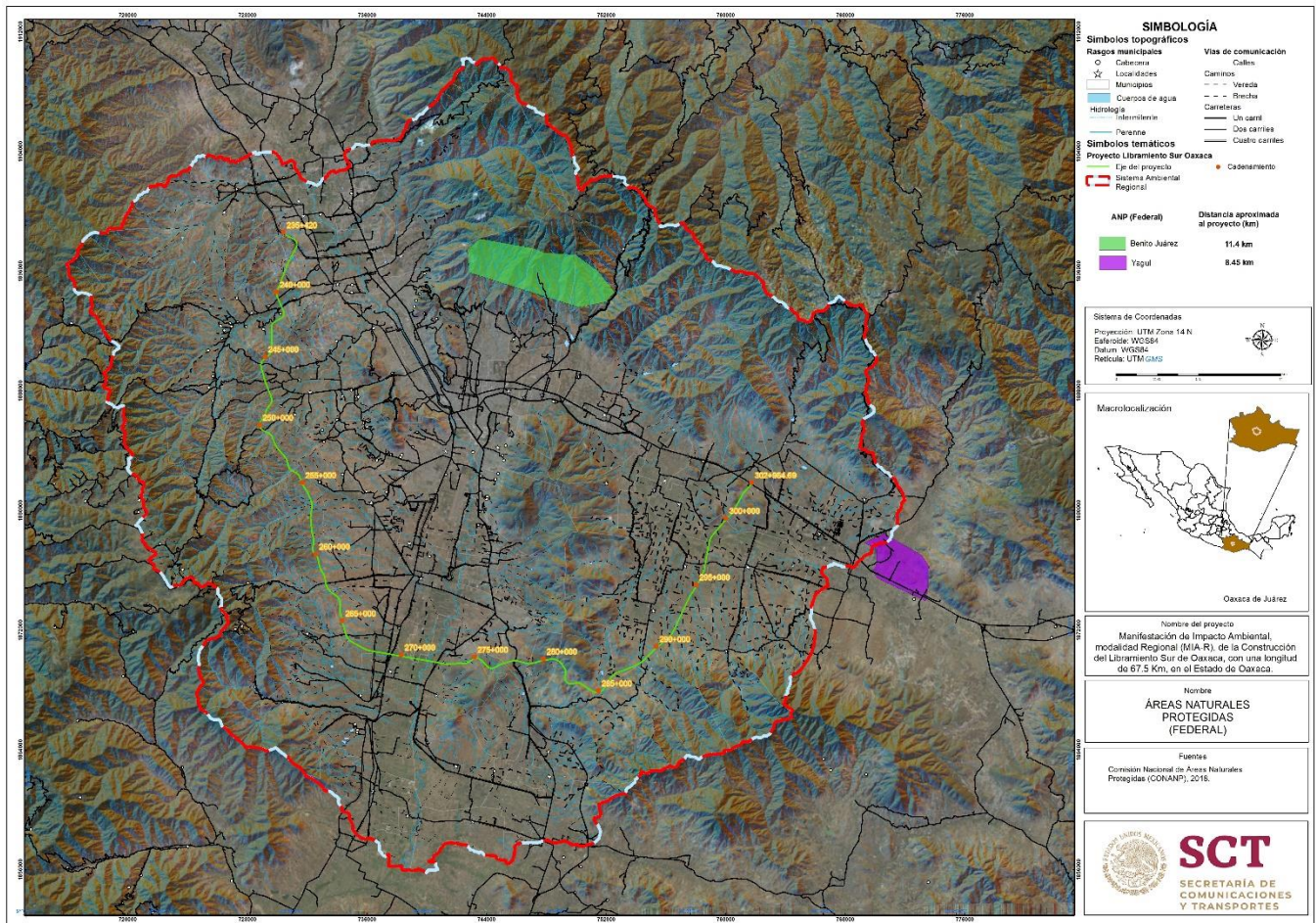
Tabla III. 9 Distancias existentes del Proyecto respecto de las Áreas Naturales Federales.

Tipo de Área Natural Protegida	Nombre del ANP	Distancia al Proyecto (km)	Longitud que incide el Proyecto (km)	Orientación
Área Natural Protegida Federal, Monumento Natural	Yagul	8.45		Este
Área Natural Protegida Federal Parque Nacional	Benito Juárez	11.4		Centro Norte
Área Natural Protegida Estatal Zona de Reserva Ecológica	El Fortín, Cruz Blanca y Cerro del Crestón	8.43		Centro Norte

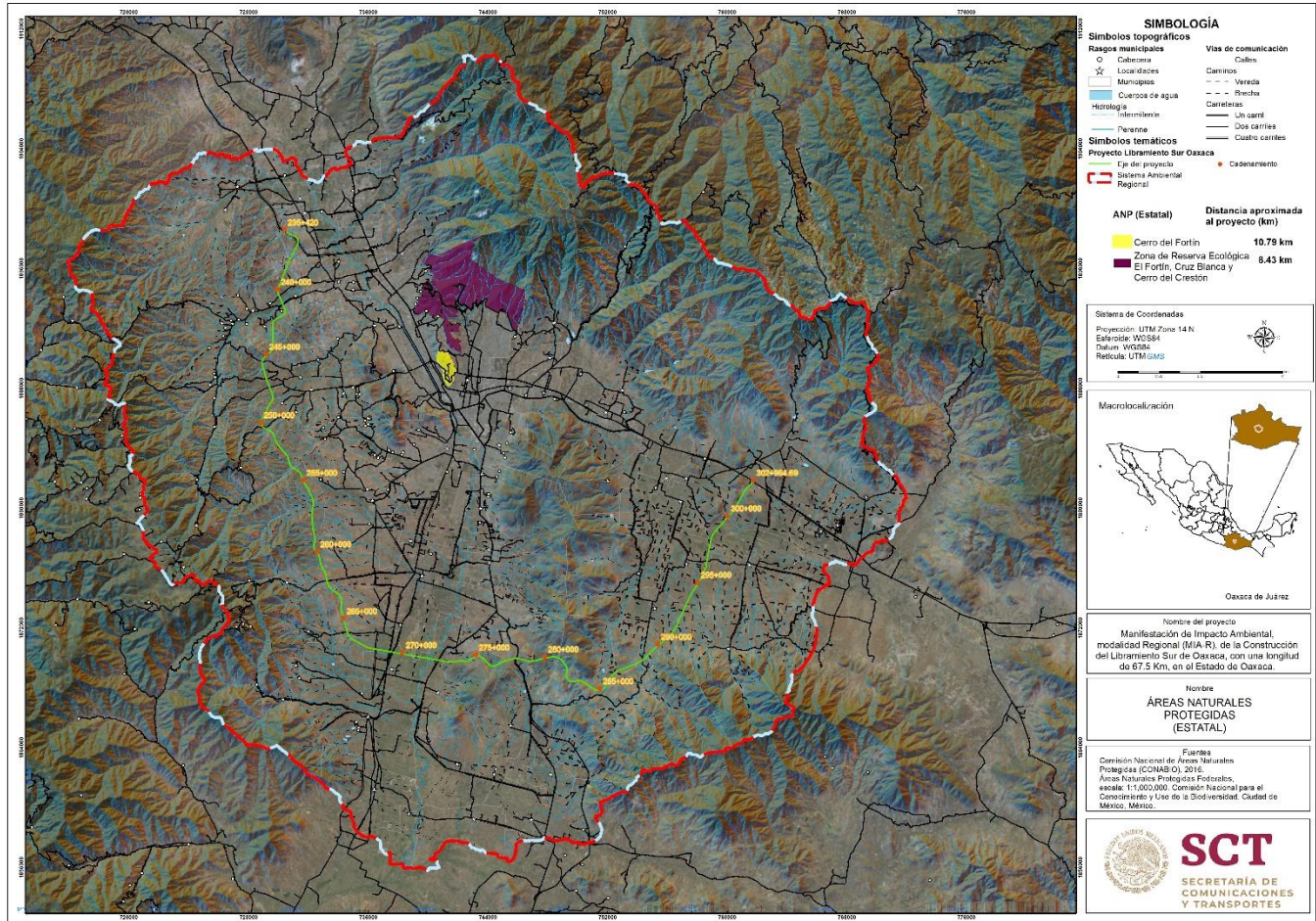


Tipo de Área Natural Protegida	Nombre del ANP	Distancia al Proyecto (km)	Longitud que incide el Proyecto (km)	Orientación
Área Natural Protegida Estatal Parque Estatal	Cerro del Fortín	10.79		Centro Norte

En los Mapas siguientes se muestran las distancias existentes del Proyecto, respecto de las Áreas Naturales Protegidas a nivel Federal y Estatal.



Mapa III. 3 Ubicación del Proyecto respecto de las Áreas Naturales Protegidas de orden federal.



Mapa III. 4 Ubicación del Proyecto respecto a Áreas Naturales Protegidas de orden estatal.

III.2.4 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO ESTATALES Y/O MUNICIPALES

III.2.4.1 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO A NIVEL MUNICIPAL

De la ubicación del Proyecto este incide en los municipios de Magdalena Teitipac, Santa Cruz Papalutla, San Martín Tilcajete, Santo Tomás Jalieza, San Juan Teitipac, Villa de Zaachila, San Juan Guelavía, San Jerónimo Tlacoahuaya, San Martín Tilcajete, Trinidad Zaachila, Villa de Zaachila, San Pedro Ixtlahuaca, San Felipe Tejalápam, Cuilápam de Guerrero, Ciénega de Zimatlán, Soledad Etla, San Andrés Ixtlahuaca, Santa Catarina Quiané, San Bartolo Coyotepec, Zimatlán de Álvarez.

No obstante, de un análisis geoespacial que se realizó del trazo del Proyecto, se identificó que su trayectoria no incide al interior de los centros de población de los municipios señalados; por lo tanto, no se sujeta a lo que establezcan sus Programas o Planes de Desarrollo Urbano.

Asimismo, se hizo una búsqueda oficial en los portales electrónicos oficiales de estos municipios, sin que se encontrara evidencia alguna de la existencia de estos instrumentos legales.

III.2.5 OTRAS ÁREAS DE INTERÉS ECOLÓGICO O AMBIENTAL

El Proyecto solo incide al interior del Área de Importancia para la Conservación de las Aves Sierra Madre del Carmen, la cual se vinculará más adelante. A continuación, se presenta la Tabla III.10, en la que se muestran las distancias existentes respecto de las áreas de interés ecológico.

Tabla III. 10 -Distancias existentes del Proyecto respecto de las áreas de interés ecológico

Área de Interés Ecológico	Distancia al Proyecto (km)	Longitud que incide el Proyecto (km)	Orientación
Áreas Destinadas voluntariamente a la Conservación La Capitana.	2.28		Oeste
Región Terrestre Prioritaria Sierras del norte de Oaxaca – Mixe.	4.85		Norte
Área de Importancia para la Conservación de las Aves Sierra Norte.		4.49	Norte

III.2.5.1 REGIONES PRIORITARIAS Y ÁREAS DE INTERÉS DE LA CONABIO

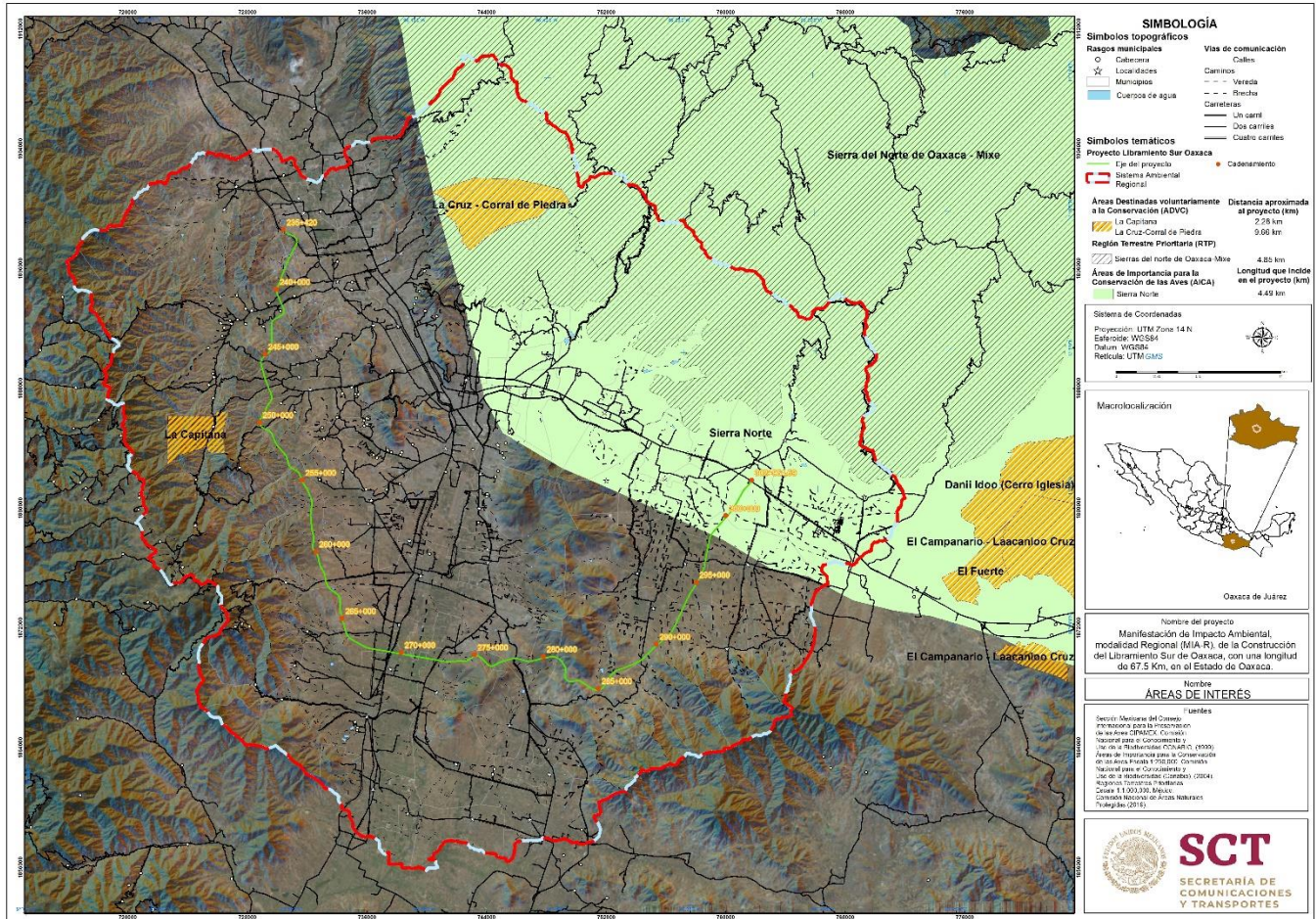
El Proyecto como se observó incide en el Área de Importancia para la Conservación de la Aves denominada Sierra Norte, a continuación se describen las características de dicha área de importancia.

III.2.5.1.1 ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES SIERRA NORTE⁸

El AICA Sierra Norte tiene la clasificación C-13. Se ubica en el Estado de Oaxaca y tiene una superficie de 1,423,558.16 km².

En el siguiente Mapa puede observarse la ubicación del Proyecto respecto a la AICA C-13, Sierra Norte en el Estado de Oaxaca.

⁸ Área de Importancia para la Conservación de las Aves Sierra Norte, disponible en <http://conabiweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/C-13.html> (consultado el 17 de octubre de 2019)



Mapa III. 5. Ubicación del Proyecto respecto al AICA Sierra Norte.

Tenencia de la tierra:

- Ejidal y federal

Uso de la tierra y cobertura:

- Forestal: Presenta Coníferas, latifoliadas, maderas de las consideradas preciosas.
- Áreas urbanas Cabeceras, poblados, rancherías.
- Conservación: El Parque Nacional. Benito Juárez
- Industria: Fábricas de papel, cervecería, minería.
- Pesca: Cultivo de trucha y Pesca tradicional.
- Otro: Cacería tradicional.
- Agricultura: cañizales, hulares, cafetales, vainilla, frutales.
- Ganadería: Extensiva.



Amenazas:

- Ganadería
- Agricultura
- Explotación inadecuada de recursos tráfico y cacería furtiva.
- Introducción de especies exóticas
- Deforestación madera.
- Desarrollo urbano reubicación por construcción de presas.
- Desarrollo industrial
- Agroforestería.

Descripción:

Es un sistema montañoso alto, escarpado, disectado por profundos cañones como los de los ríos Cajonos, Soyolapan y Sto. Domingo. Su altitud varía de 50 msnm al sur del distrito de Tuxtepec hasta 3700 msnm en el Cerro de Cempoaltepetl, en la zona Mixe. La mayoría de las pendientes superan los 45 grados, inclusive forman laderas de cañones como las de los ríos Cajonos y Sto. Domingo. Hacia los límites de la planicie costera del Golfo existen lomeríos con pendientes suaves a menos de 50 msnm. Limita al n-noreste con las llanuras de la planicie costera del Golfo, al sur con los Valles Centrales, al este con la Sierra Mixe y al oeste con los Valles Intermontanos de la región de la cañada. La temperatura media anual varía de 26 C entre los 50 y 150 msnm en la planicie costera del Golfo hasta 9 C a 3150 msnm, siendo menores en partes más altas. La precipitación total anual va desde 545 mm aproximadamente en la Cañada, hasta casi los 6000 mm en Vistahermosa (Comaltepec).

Justificación:

Se tienen especies listadas en el libro rojo de la ICBP/IUCN (1992) como amenazadas para América, también por CIPAMEX y SEDESOL. Presenta un Bosque Mesófilo muy extenso y conservado en el país, así como Bosque Tropical Caducifolio Bosque de Pino-Encino y Selva Húmeda. Se tiene por lo menos 66 especies endémicas o cuasiendémicas para la Sierra Norte.

Vegetación:

Esta AICA cuenta con los siguientes tipos de vegetación: Bosque Tropical Perennifolio, Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Coníferas y Encino, Bosque Tropical Caducifolio, Bosque Tropical Subcaducifolio, Matorral Xerófilo y Pastizal.

Categorías a las que aplica:

5. Por presentar los mejores y más extensos bosque mesófilos conservados del país, Selva Baja Caducifolia con especies endémicas de aves, grandes extensiones de pino-encino, áreas en buenas condiciones de selva húmeda y ambientes acuáticos propicios para aves migratorias.

G-1 En ICBP/IUCN (1992):



Por la presencia de las siguientes especies: *Cyanolyca nana*, en bosque de pino y de niebla de Oaxaca y Veracruz, tal vez en este último ya este extirpada por la destrucción de sus hábitats. *Hylorchilus sumichrasti*, *Electron carinatum*, *Dendroica chrysoparia*, *Amazona oratrix*, *Xenospiza baileyi*, *Lophornis brachylopha* y *Chradrius melodus*.

G-2 por la presencia de las siguientes especies:

Cyanolyca nana, *Hylorchilus sumichrasti*, *Aimophila notosticta*

MEX-1 por la presencia de las siguientes especies:

Cyanolyca nana, *Hylorchilus sumichrasti*, *Tangara larvata*, *Amazona oratrix*, *Electron carinatum*, entre otras.

Vinculación Jurídica

Del contenido de la ficha de esta Área de Importancia para la Conservación de las Aves Sierra Norte, no se observan restricciones o prohibiciones que se contrapongan con el Proyecto, en virtud de que este instrumento es meramente descriptivo de sus atributos ambientales.

Es importante señalar que, de los trabajos de campo realizados, se identificaron aves en la zona de las obras del Proyecto, las cuales presentan una gran movilidad, por lo que pueden dispersarse hacia otros sitios aledaños en busca de refugio alimentario. No obstante, se implementarán acciones de mitigación para ahuyentar a aquellas aves que puedan ser afectadas por las obras, garantizando así el objeto de esta área de interés ambiental.

III.3 LEYES Y/O REGLAMENTOS

III.3.1 LEYES Y/O REGLAMENTOS FEDERALES

III.3.1.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución con base en el punto de vista material se entiende como el conjunto de normas jurídicas fundamentales que regulan la estructura y organización del Estado, la determinación de los órganos, la relación de estos órganos entre sí y con los particulares, la forma en que se incorporan los particulares al ejercicio del poder público, su control, así como a los criterios programáticos que servirán de guía para la actuación de los órganos del Estado.

Nuestra Constitución en su artículo 1, establece el deber de las autoridades y particulares de respetar los derechos humanos que se han suscrito y ratificado por el Estado mexicano, así como interpretar las normas conforme a la Constitución y los tratados internacionales.



Asimismo, el artículo 2 de la Constitución, con especial énfasis en el párrafo quinto, establece el derecho humano de los pueblos y comunidades indígenas, así como aquellos afrodescendientes, a ser consultados cuando alguna obra o Proyecto, los pueda afectar en cuanto a sus derechos.

La Constitución en su artículo 4, plasma el Derecho a un Medio Ambiente Sano al establecer la prerrogativa que tiene toda persona a disfrutar de un medio ambiente sano, asimismo contempla en su texto la obligación que tiene el Estado de garantizar el disfrute de este Derecho, mediante la implementación de políticas públicas y herramientas eficaces que aseguren su efectividad. Este Derecho constitucional se desarrolla en dos aspectos: a) en un poder de exigencia y un deber de respeto erga omnes a preservar la sustentabilidad del entorno ambiental, lo que implica la no afectación, ni lesión a este Derecho (eficacia horizontal de los derechos fundamentales); y b) en la obligación correlativa de las autoridades de vigilancia, conservación y garantía de que sean atendidas las regulaciones pertinentes (eficacia vertical).

La eficacia en el goce del nivel más alto del mencionado Derecho, conlleva obligaciones para el Estado de garantizar su protección hasta el máximo de los recursos de los que disponga; sin embargo, esa finalidad no sólo impone deberes a los poderes públicos, sino también a los particulares, pues la actuación unilateral del Estado resulta insuficiente cuando no se acompaña de conductas sociales dirigidas a la consecución de los valores que subyacen tras esos derechos, lo que implica que su protección sea una responsabilidad compartida entre autoridades y gobernados.

Ante este deber de respeto de la protección al ambiente por parte del Estado y de los particulares, es que en cumplimiento del artículo 4 constitucional se solicita la autorización en materia de impacto ambiental para realizar las obras para la construcción e implementación del Proyecto.

Ahora bien, en cuanto a lo señalado en el artículo 2 de la Constitución, en la zona se encontraron poblaciones indígenas dispersas a largo del sistema ambiental regional, tal como se especifica en el Capítulo IV, en su apartado del medio socioeconómico; por lo que se deberán implementar acciones de manera conjunta con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas para que sea este quien determine si es que el Proyecto cause alguna afectación a los derechos humanos de los pueblos y comunidades indígenas y de ser así, se implemente un procedimiento de consta de pueblos y comunidades indígenas.

III.3.1.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

La Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente (LGEEPA), es un ordenamiento reglamentario de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

A continuación, en la Tabla III.11, se señalan los preceptos aplicables al Proyecto.

Tabla III. 11. Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables de la LGEEPA.

Artículo	Vinculación jurídica
<p>Artículo 15.- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios: I- ...” III.- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico; IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales; VI.- La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos.</p>	<p>En acatamiento de este precepto y de la obligación del promovente en la protección del ambiente, previo al inicio de las obras y actividades, se deberá obtener las autorizaciones, así como implementar las acciones de mitigación que eviten afectaciones adversas al ambiente. En este sentido destacan las reforestaciones que se implementen, buscando así el incremento de la masa vegetal y restauración de corredores biológicos.</p>
<p>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, carbo ductos y poliductos;</p>	<p>El Proyecto da cumplimiento a lo ordenado en este artículo pues la presente solicitud consiste en obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la construcción de un cuerpo carretero de competencia federal.</p>
<p>Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;</p>	<p>El Proyecto dará cumplimiento puntual de los principios de prevención y control de la contaminación del suelo; tan es así que los residuos que se generen serán manejados y tratados de tal manera que se evite sean mezclados, que se derramen y que existan fugas que contaminen el suelo.</p>



Artículo	Vinculación jurídica
	Lo anterior es así pues desde que se generen los residuos serán separados y depositados en contenedores previamente etiquetados de acuerdo con su naturaleza, para después ser entregados a una empresa autorizada para su traslado y disposición final. Con esto se da cumplimiento a lo ordenado en el presente artículo.

III.3.1.3 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

La presente 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 el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El Proyecto cumplirá con lo ordenado en esta ley previa y durante su ejecución de este y sus obras asociadas ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, tal y como se aprecia en la siguiente Tabla III.12.

Tabla III. 12 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación jurídica
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.	Las obras del proyecto no afectaran zonas forestales, por lo que no se requiere obtener el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. No obstante, en caso de requerirse tal permiso, se deberá obtener previo al inicio de las obras y actividades.

III.3.1.4 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. 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.

En la siguiente Tabla III.13, se presenta la vinculación jurídica del Proyecto con los preceptos que resultan aplicables.

Tabla III. 13 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables

Artículo	Vinculación jurídica
<p>Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.</p>	<p>Se dará cumplimiento a lo establecido en este precepto, en el sentido de que no se contemplan acciones de daño o destrucción de la vida silvestre ni en perjuicio de los intereses de la Nación. Por el contrario, y con el fin de preservar los recursos naturales se implementarán acciones de rescate y reubicación tanto de Fauna como de Flora (correspondiente a germoplasma de herbáceas), para garantizar los procesos naturales de reproducción y permanencia de la vida silvestre.</p>
<p>Artículo 27 Bis.- No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.</p> <p>La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.</p> <p>Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.</p>	<p>En acatamiento de lo ordenado en este artículo, así como del equilibrio ecológico y estabilidad biológica de las especies, no se liberarán especies exóticas, ni se utilizarán en las acciones de mitigación.</p> <p>Por lo anterior existe congruencia y armonía con lo señalado en este artículo.</p>
<p>Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.</p>	<p>Previo al inicio de los trabajos de construcción, todos los ejemplares de fauna silvestre que se encuentren en la zona serán ahuyentados y reubicados en sitios con características similares al ecosistema en donde fueron localizados; dichas actividades serán realizadas por personal experto y/o capacitado para tal fin, con el objeto de evitar al máximo la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, considerando las características de las diferentes especies y los métodos más eficaces.</p>

III.3.1.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Para efecto de esta Ley, de conformidad con el artículo 5, se entiende por Residuo, el material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven.

En la siguiente Tabla III.14, se presenta la vinculación jurídica del Proyecto con los preceptos aplicables.

Tabla III. 14 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables

Artículo	Vinculación jurídica
<p>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.</p> <p>En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.</p>	<p>El Proyecto es congruente con este precepto, en virtud de que los residuos que se generen se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a lo establecido en la legislación y en las normas oficiales mexicanas vigentes.</p>
<p>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.</p>	<p>El promovente y en su caso la empresa constructora deberá dar atención a esta Ley, responsabilizándose por el manejo integral de los residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto.</p> <p>La empresa constructora se encargará de dejar libre las instalaciones en las que se hayan generado y almacenado cualquier residuo peligroso que pudiera representar un riesgo a la salud o al ambiente.</p>
<p>Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad</p>	<p>El Proyecto es congruente con este criterio en virtud de que se contratará a una empresa especializada y autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para la recolección, transporte y disposición final de los residuos peligrosos. En este sentido es importante mencionar que los residuos peligrosos generados tendrán la característica de microescala, pues su volumen será mínimo.</p> <p>Asimismo, los residuos que se generen por el Proyecto se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a lo establecido en la legislación correspondiente y en las normas oficiales mexicanas vigentes.</p>



Artículo	Vinculación jurídica
<p>por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</p>	
<p>Artículo 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.</p>	<p>El promovente notificará a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y/o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, sobre la generación y manejo de los residuos peligrosos conforme a lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.</p>
<p>Artículo 44. Generación de los Residuos Peligrosos</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:</p> <p>I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.</p>	<p>El promovente y en su caso la empresa constructora aplicará el correcto manejo, adecuado y oportuno de los residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto.</p> <p>En este sentido, el Proyecto generará residuos catalogados en el numeral III Microgenerador de este artículo, pues debido al proceso constructivo, el volumen de los residuos a generarse será en mínimas cantidades.</p>
<p>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.</p> <p>En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.</p>	<p>El promovente en atención a esta Ley deberá responsabilizarse por el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto. Identificará, clasificará y manejará los 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.</p> <p>Asimismo, la empresa constructora se encargará de dejar libre las instalaciones en las que se hayan generado y almacenado cualquier residuo peligroso que pudiera representar un riesgo a la salud o al ambiente.</p>
<p>Artículo 48. Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.</p> <p>El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de</p>	<p>El promovente y en su caso la empresa constructora será la responsable en dar la atención a esta Ley, para el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos sólidos y peligrosos que se generen durante el desarrollo de las obras.</p> <p>Asimismo, la empresa constructora estará registrada ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda, y someterá a su consideración las acciones de manejo integral de residuos sólidos y peligrosos, también generará una bitácora y presentará el informe correspondiente según lo especifique la autoridad correspondiente.</p>



Artículo	Vinculación jurídica
las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.	
Artículo 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	Durante las tres etapas de implementación del Proyecto (preparación del sitio, construcción y operación), se les dará un adecuado manejo a los residuos generados, evitando la contaminación del ambiente. El promovente y en su caso la empresa constructora, en atención a esta Ley deberá responsabilizarse por el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos sólidos que se generen durante el desarrollo del Proyecto.

III.3.1.6 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Este Reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Al respecto, en la Tabla III.15, se señalan los artículos correlativos que resultaron aplicables del análisis del presente Reglamento.

Tabla III. 15 Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables

Artículo	Vinculación jurídica
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: A) [...] 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 consiste en la construcción de un cuerpo carretero de competencia federal, con el que se busca dotar a la población de una infraestructura eficiente y óptima para la población; posicionando a Oaxaca como un lugar estratégico para el tránsito de mercancías hacia el sureste y evitando el congestionamiento vial en el centro de la Ciudad de Oaxaca. Por lo anterior, el Proyecto se ciñe a lo señalado en este artículo, existiendo congruencia.

III.3.1.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

La siguiente Tabla III.16, contiene la vinculación jurídica del Proyecto con los preceptos aplicables.



Tabla III. 16. Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables

Artículo	Vinculación jurídica
<p>Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.</p> <p>Los residuos peligrosos que se encuentren mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente deberán de caracterizarse y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia. En la norma oficial mexicana se determinarán aquellos residuos que requieran otros requisitos de caracterización adicionales de acuerdo a su peligrosidad.</p> <p>Los residuos peligrosos generados por las actividades de dragado para la construcción y el mantenimiento de puertos, dársenas, ríos, canales, presas y drenajes serán manejados de acuerdo a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.</p> <p>Los residuos peligrosos provenientes de la industria minero-metalúrgica y aquéllos integrados en lodos y aguas residuales, se regularán en las normas oficiales mexicanas correspondientes.</p>	<p>El Proyecto contempla la implementación de acciones de manejo integral de residuos, para evitar derrames o fugas de residuos peligrosos. Sin embargo, para el caso de que por accidente se mezclará alguna sustancia potencialmente peligrosa con el suelo, se manejará como se establece en este y otros preceptos normativos.</p>
<p>Artículo 43. Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:</p> <p>I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante; b) Nombre del representante legal, en su caso; c) Fecha de inicio de operaciones; d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal; e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad; f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro; <p>II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y</p> <p>III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.</p> <p>En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del</p>	<p>De acuerdo con el presente artículo, la empresa constructora se registrará ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como generador de residuos peligrosos, conforme a la clasificación establecida en el reglamento. Con lo anterior se dará cumplimiento a lo establecido en este precepto.</p>



Artículo	Vinculación jurídica
<p>presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.</p>	
<p>Artículo 65. Los generadores o prestadores de servicios que soliciten prórroga de seis meses adicionales para el almacenamiento de residuos peligrosos presentarán ante la Secretaría una solicitud con veinte días hábiles de anticipación a la fecha en que venza el plazo autorizado por la Ley para el almacenamiento, la cual contendrá la siguiente información:</p> <p>I. Nombre, denominación o razón social y número de registro o autorización, según corresponda, y</p> <p>II. Justificación de la situación de tipo técnico, económico o administrativo por la que es necesario extender el plazo de almacenamiento.</p> <p>La Secretaría dará respuesta a la solicitud en un plazo máximo de diez días hábiles, de no darse respuesta en dicho plazo se considerará que la prórroga ha sido autorizada.</p>	<p>Los residuos que se generen como resultado de las obras y/o actividades del Proyecto serán depositados temporalmente en contenedores, previamente etiquetados para después ser puestos a disposición de la empresa contratada por el promovedor o la empresa constructora, y se encargará de su tratamiento, manejo y disposición final.</p>
<p>Artículo 68. Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente.</p> <p>I. Los microgeneradores de residuos peligrosos indicarán solamente la fecha prevista para el cierre de sus instalaciones o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso notificarán que han cerrado sus instalaciones, y</p> <p>II. Los pequeños y grandes generadores de residuos peligrosos, proporcionarán:</p> <p>a) La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos;</p> <p>b) La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación;</p> <p>c) El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo;</p> <p>d) El diagrama de tubería de proceso, instrumentación de la planta y drenajes de la instalación, y</p> <p>e) El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta.</p>	<p>Se dará cumplimiento a este precepto, pues una vez que se suspenda la generación de residuos peligrosos, o exista la suspensión de la actividad generadora de sus residuos, se notificará a la autoridad tal determinación.</p>



Artículo	Vinculación jurídica
<p>Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, con excepción de los que prestan el servicio de disposición final de este tipo de residuos.</p>	
<p>Artículo 71. Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:</p> <p>I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Nombre del residuo y cantidad generada; b) Características de peligrosidad; c) Área o proceso donde se generó; d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos; e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior; f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y g) Nombre del responsable técnico de la bitácora. <p>La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.</p>	<p>Para dar cumplimiento a este precepto, se elaborará una bitácora para el registro de los residuos peligrosos generados durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, los generados en etapas de mantenimiento se manejarán según lo establezca la Ley. Asimismo, se cumplirá con los requisitos señalados en este artículo.</p>
<p>Artículo 83. El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:</p> <p>I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;</p> <p>II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y</p> <p>III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan provisiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.</p>	<p>El almacenamiento de los residuos peligrosos que se generen en las etapas de preparación y construcción del Proyecto se realizará de conformidad por este precepto, pues estos serán separados y dispuestos en contenedores previamente etiquetados de acuerdo con su naturaleza, evitando fugas, derrames que contaminen el suelo y así garantizando la seguridad de las personas, los trabajadores y los recursos naturales aún presentes en el ecosistema.</p>
<p>Artículo 84. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses. No se tiene contemplado el almacenamiento por periodos mayores a 6 meses, sin embargo, en caso de requerirlo, la empresa constructora o el promovente tramitarán la prórroga a que se refiere el artículo 65 del presente ordenamiento, en tiempo y forma.</p>	<p>No se tiene contemplado el almacenamiento por periodos mayores a 6 meses; sin embargo, en caso de requerirlo, la empresa constructora o el promovente tramitarán la prórroga ante la autoridad.</p>



III.3.2 LEYES Y/O REGLAMENTOS ESTATALES

III.3.2.1 LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE OAXACA

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones del Artículo 59 fracciones XXXVI y XXXVII de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca y de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo que corresponde a las atribuciones que ella asigna a los Estados y Municipios de acuerdo a lo dispuesto por el artículo 73 fracción XXIX-G, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

En la siguiente Tabla III.17, se desarrolla la vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables.

Tabla III. 17. Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables

Artículo	Vinculación jurídica
<p>Artículo 33.- Las siguientes obras o actividades, requerirán previo a su ejecución la autorización en materia de impacto ambiental:</p> <p>I. [...]</p> <p>II. Carreteras estatales y caminos rurales, con excepción las de competencia federal;</p>	<p>El Proyecto tiene por objeto la construcción de un cuerpo carretero de competencia federal, por lo que no es aplicable este artículo.</p> <p>No obstante que no es competencia de las autoridades ambientales estatales el evaluar estas obras, no se ejecutaran obras y actividades sin que estén autorizadas en materia de impacto ambiental; por lo anterior, se da cumplimiento a lo ordenado en este artículo.</p>
<p>Artículo 139.- Las emisiones de contaminantes de los vehículos automotores que circulen en el territorio del Estado no deberán rebasar los límites permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas.</p>	<p>Todos los vehículos que sean utilizados para el Proyecto deberán cumplir con lo señalado en este correo, pues no emitirán emisiones a la atmosfera que no cumplan con los parámetros señalados en las normas oficiales.</p>
<p>Artículo 140.- Los propietarios o poseedores de vehículos automotores, verificarán éstos con la periodicidad y en los centros de verificación vehicular que para el efecto autorice la Secretaría y los ayuntamientos, para controlar la generación de emisiones contaminantes. Cuando en el procedimiento de verificación de emisiones contaminantes, resulte que el vehículo excede los límites permisibles, el propietario o poseedor deberá efectuar las reparaciones necesarias al vehículo que las genere, en el plazo que para tal efecto establezcan las autoridades ambientales, a fin de que se cumpla con las normas oficiales mexicanas correspondientes. La omisión de la verificación o el incumplimiento de las medidas que se establezcan para el control de emisiones serán sancionados en los términos previstos en esta Ley y en otras disposiciones jurídicas aplicables. Las autoridades municipales aplicarán las disposiciones establecidas en este artículo. Para incentivar el cumplimiento de la presente disposición por parte de los ciudadanos, las autoridades municipales procurarán</p>	<p>En cumplimiento de este artículo, todos los vehículos deberán apegarse a los procedimientos de verificación vehicular, con la finalidad de evitar que se emitan emisiones a la atmosfera por encima de los parámetros señalados en la norma oficial.</p>



Artículo	Vinculación jurídica
establecer sus programas de verificación vehicular, alineadas a las disposiciones que para tal efecto emita el Estado en su ámbito de competencia.	

III.3.2.2 LEY PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE OAXACA

La presente Ley es reglamentaria del artículo 12 y demás disposiciones de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Oaxaca, que se refieren a la protección del medio ambiente y la procuración y preservación del equilibrio ecológico, en materia de prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generan en el territorio del Estado.

Sus disposiciones son de orden público y de interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar a través de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de los residuos de manejo especial, así como la remediación de la contaminación de sitios dentro del territorio del Estado por dichos residuos.

A continuación, se muestra la Tabla III.18, en la que se vincula el Proyecto con los artículos aplicables.

Tabla III. 18. Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables

Artículo	Vinculación jurídica
Artículo 37. Toda persona física o moral que genere residuos sólidos urbanos tiene la propiedad y responsabilidad de su manejo hasta el momento en que los entregue al servicio de recolección, o deposite en los contenedores, estaciones de transferencia o rellenos sanitarios establecidos para tal efecto por la autoridad municipal competente.	Todos los residuos que se generen para el Proyecto deberán ser manejados integralmente, puesto que desde su inicio serán separados de acuerdo con su naturaleza y depositados en contenedores previamente etiquetados, para ser entregados a una empresa encargada de su traslado a un sitio de disposición final. Por lo anterior se da cumplimiento a lo señalado en este artículo.
Artículo 38. Los generadores de residuos sólidos urbanos tendrán las siguientes categorías: I. [...] III. Generadores domiciliarios, aquellos que generan menos de cinco toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida.	En virtud del volumen de los residuos generados para el Proyecto, se esta ante el supuesto de generador domiciliario señalado en la tercera fracción de este artículo.
Artículo 41. Es responsabilidad de toda persona física o moral: I. Minimizar la generación de residuos sólidos urbanos; II. Fomentar la clasificación, reutilización y reciclado de los residuos sólidos urbanos; III. Barrer diariamente las banquetas, andadores y pasillos, y mantener limpios de residuos sólidos urbanos los frentes de sus viviendas o establecimientos industriales o mercantiles, así como los terrenos de su propiedad que no tengan construcción;	Todos los residuos que se generen para el Proyecto deberán ser manejados integralmente, puesto que desde su inicio serán separados de acuerdo con su naturaleza y depositados en contenedores previamente etiquetados, para ser entregados a una empresa encargada de su traslado a un sitio de disposición final. Por lo anterior se da cumplimiento a lo señalado en este artículo



Artículo	Vinculación jurídica
<p>IV. Almacenar los residuos sólidos urbanos con sujeción a las normas correspondientes y facilitar la recolección;</p> <p>V. Denunciar ante las autoridades municipales competentes las violaciones a la normativa en materia de prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos; y</p> <p>VI. Cumplir con las disposiciones, criterios, normas y recomendaciones técnicas de esta Ley y demás disposiciones aplicables.</p>	
<p>Artículo 43. Todo generador de residuos sólidos urbanos debe separarlos en orgánicos e inorgánicos, dentro de sus domicilios, empresas, establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, instituciones públicas y privadas, centros educativos y dependencias gubernamentales, y similares.</p>	<p>Todos los residuos que se generen para el Proyecto deberán separarse de acuerdo con su naturaleza, evitando así que se mezclen, derramen o se acumulen en el suelo; asimismo se buscara su reutilización.</p> <p>Por lo anterior existe congruencia con lo señalado en este artículo.</p>
<p>Los residuos sólidos urbanos deben depositarse en contenedores separados para su recolección por el servicio público de limpia, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final, o bien, llevar aquellos residuos valorizables directamente a los centros de acopio o establecimientos de reutilización y reciclado.</p> <p>Los Ayuntamientos definirán en las disposiciones que emitan, la subclasificación que deba aplicarse para la separación obligatoria de residuos sólidos urbanos, con base en las disposiciones del presente artículo para cada una de las clasificaciones establecidas, así como para los distintos tipos de generadores.</p>	<p>Los residuos que se generen para el Proyecto deberán tener una gestión integral, pues serán separados de acuerdo con su naturaleza y depositados en contenedores previamente etiquetados, con el objeto de facilitar su reutilización, tratamiento y disposición final; por lo que existe congruencia con lo señalado en este artículo.</p>
<p>Artículo 74. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos de manejo especial corresponde a quien los genera.</p> <p>En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos de manejo especial por gestores autorizados por el Instituto, la responsabilidad por las operaciones será de estas últimas, independientemente de la responsabilidad solidaria que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos de manejo especial que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse de que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes ante el Instituto, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</p>	<p>Todos los residuos que se generen para el Proyecto deberán ser manejados integralmente, puesto que desde su inicio serán separados de acuerdo con su naturaleza y depositados en contenedores previamente etiquetados, para ser entregados a una empresa encargada de su traslado a un sitio de disposición final.</p> <p>Por lo anterior se da cumplimiento a lo señalado en este artículo.</p>
<p>Artículo 75. Los generadores de residuos de manejo especial deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con esta Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales aplicables.</p> <p>En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de dichos residuos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones, lugares o sitios en los que se hayan</p>	<p>Los residuos que se generen para el Proyecto deberán tener una gestión integral, pues serán separados de acuerdo con su naturaleza y depositados en contenedores previamente etiquetados, con el objeto de facilitar su manejo adecuado y disposición final. Por lo anterior existe congruencia con lo señalado en este artículo.</p>



Artículo	Vinculación jurídica
generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	
<p>Artículo 76. Los generadores de residuos de manejo especial tienen las siguientes obligaciones:</p> <p>I. Registrarse ante el Instituto y someter a su aprobación el plan de manejo correspondiente, esto último conforme a las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Ambientales Estatales; y</p> <p>II. Llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos.</p> <p>En el Reglamento de esta Ley se establecerán el procedimiento, requisitos, contenido y forma de cumplimiento de las obligaciones previstas en este artículo.</p>	<p>En cumplimiento de este artículo el promovente o empresa encargada de construir el Proyecto, deberá estar registrada ante la autoridad ambiental competente como generadora de residuos, llevara una bitácora en la que documentara los volúmenes de residuos generados; asimismo registrará el plan de manejo de residuos que se tenga.</p> <p>Por lo que el Proyecto tiene congruencia y armonía con lo señalado en este artículo.</p>
Artículo 81. Los residuos de manejo especial deberán separarse conforme a la clasificación establecida en el Artículo 15 de esta Ley, dentro de las instalaciones donde se generen, así como en las plantas de selección y tratamiento, con la finalidad de identificar aquellos que sean susceptibles de valorización.	Los residuos que se generen para el Proyecto deberán tener una gestión integral, pues serán separados de acuerdo con su naturaleza y depositados en contenedores previamente etiquetados, con el objeto de facilitar su reutilización, tratamiento y disposición final; por lo que existe congruencia con lo señalado en este artículo.
Artículo 82. Se deberá evitar la mezcla de residuos de manejo especial con otros materiales o residuos para no contaminarlos y provocar reacciones que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. El Instituto establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo de manejo especial y otro material o residuo.	<p>Todos los residuos que se generen para el Proyecto deberán separarse de acuerdo con su naturaleza, evitando así que se mezclen, derramen o se acumulen en el suelo; asimismo se buscara su reutilización.</p> <p>Por lo anterior existe congruencia con lo señalado en este artículo.</p>

III.3.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación, conforme lo establece el artículo 37 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Para el presente proyecto se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del proyecto, desde la preparación del sitio hasta la operación misma, identificando las Normas Oficiales Mexicanas cuyos criterios aplican a dichas obras o actividades y que se presentan en la siguiente Tabla III.19.

Tabla III.19. Vinculación con la Normas Oficiales Mexicanas.

NOM	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
NOM-041-SEMARNAT-2015 Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en	Se dará cumplimiento mediante las medidas correspondientes, dentro de las cuales se establece la verificación de emisiones para los vehículos a gasolina que se utilicen para la preparación, construcción o mantenimiento del proyecto.



NOM	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
circulación que usan gasolina como combustible.	
NOM-045-SEMARNAT-2017 Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible	Se dará cumplimiento mediante las medidas correspondientes, dentro de las cuales se establece la verificación de emisiones para los vehículos a diésel que se utilicen para la preparación, construcción o mantenimiento del proyecto.
NOM-052-SEMARNAT-2005 Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	Se dará el manejo adecuado a los aceites y lubricantes usados de la maquinaria y otros residuos peligrosos que se generen como estopas o filtros por mantenimiento, conforme a la legislación y los programas de manejo.
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	<p>De los trabajos de campo realizados para el Proyecto se identificaron las siguientes especies de fauna y flora:</p> <p>Para la fauna se identificaron:</p> <ul style="list-style-type: none">• Lagartija Espinosa del Mezquite, <i>Sceloporus grammicus</i>, Pr• Aguililla Negra Menor, <i>Buteogallus anthracinus</i>, Pr <p>Para la vegetación se identificaron:</p> <ul style="list-style-type: none">• biznaga de Karwinky, <i>Mammillaria karwinskiana</i>, Pr. <p>Con el ánimo de evitar cualquier alteración a la fauna y vegetación se implementarán acciones de mitigación para el Proyecto, resaltando las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Construcción de pasos de fauna mediante la adecuación de las obras de drenaje que se construyan.• Programa de Reforestación.• Programa de rescate y reubicación de Flora y Fauna• Supervisión ambiental.• Rehabilitación de aquellos sitios utilizados provisionalmente.• Reforestación con especies nativas de la zona. <p>Con la implementación de las anteriores acciones de mitigación que se implementen para el Proyecto, se evitara cualquier daño a afectación de la fauna y vegetación.</p>
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.	La maquinaria, equipos pesados y vehículos de carga empleados en el proyecto, se sujetarán a un programa de mantenimiento periódico, para evitar rebasar los niveles máximos permisibles establecidos en esta Norma. Además, que las actividades de construcción podrán sujetarse a un horario diurno, en caso de que la fauna silvestre presente mayor actividad durante las noches.



NOM	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	Esta norma establece que los límites máximos permisibles del nivel sonoro emitido son los siguientes: De 6:00 a 22:00 horas, 68 dB De 22:00 a 6:00 horas, 65dB Por lo anterior, el promovente instruirá a la empresa constructora para que los límites que esta norma oficial establece no sean rebasados en las diversas actividades constructivas.

III.3.4 CONVENIOS INTERNACIONALES

III.3.4.1 CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO

La presente Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático⁹ tiene por objeto lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Es importante señalar que el Proyecto se ciñe a lo señalado en esta Convención, puesto que se busca dotar a la población de una infraestructura adecuada, que facilite el tránsito y reduzca el congestionamiento vial en la Ciudad de Oaxaca, el cual provoca grandes emisiones a la atmósfera.

III.3.4.2 PROTOCOLO DE KYOTO

El Protocolo de Kyoto¹⁰ compromete a los países industrializados a reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero que provocan el calentamiento global, estableciendo una serie de mecanismo de mercado como: Comercio de Derechos de Emisiones, Implementación Conjunta y Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL).

Por su parte el Proyecto tiene por objeto mitigar el congestionamiento vial provocado en la Ciudad de Oaxaca provocado por la falta de infraestructura carretera adecuada, así como por la gran demanda transporte de carga que cruzan por esta región del país; por lo que con la ejecución de las obras se busca reducir las emisiones a la atmósfera.

⁹ Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, disponible en https://aplicaciones.sre.gob.mx/tratados/ARCHIVOS/NACIONES_UNIDAS-CAMBIO_CLIMATICO.pdf (consultado el 17 de octubre de 2019)

¹⁰ Protocolo de Kyoto, disponible en https://aplicaciones.sre.gob.mx/tratados/ARCHIVOS/PROT_KYOTO.pdf (consultado el 17 de octubre de 2019)



III.3.4.3 CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES

La Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres¹¹, es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos. Tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia.

De los trabajos de campo se identificó la presencia del Colibrí Opaco *Cyanthus sordidus* y Lince Americano *Lynx Rufus* especies protegidas por esta Convención, por lo que se deberán implementar las siguientes acciones de mitigación, tendientes a evitar su afectación.

- Programas de Reforestación con especies nativas, con lo cual se buscará restaurar aquellas zonas con representatividad ambiental y que sirvan de refugio para las aves.
- Acciones para ahuyentar fauna.
- Sensibilización ambiental del personal, con lo cual se evitará que se capturen las aves.
- Supervisión ambiental.
- Adecuación de las obras hidráulicas como pasos de fauna.

Por lo anterior se da cumplimiento a lo señalado en esta Convención, garantizando la debida protección de las especies protegidas.

¹¹ Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, disponible en <https://www.cites.org/esp/disc/cop.php> (consultada el 17 de octubre de 2019)

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

CONTENIDO

Fundamento Jurídico.....	1
IV.1 Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) Donde Pretende Establecerse el Proyecto.....	2
IV.1.1 Delimitación de la Región de Estudio.....	2
IV.1.1.2 Criterios de Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).....	4
A. Zona.....	4
B. Provincia Ecológica.....	5
C. Ambiente Morfogénico.....	7
C. Paisaje Geomorfológico.....	12
E. Unidad de Paisaje.....	17
IV.1.1.3 Límites Definitivos del Sistema Ambiental Regional (SAR).....	22
IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional.....	26
IV.2.1 Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del SAR.....	26
IV.2.2 Medio Abiótico.....	26
IV.2.2.1 Clima y Fenómenos Meteorológicos.....	26
IV.2.2.2 Geomorfología y Geología.....	30
IV.2.2.3 Edafología.....	37
IV.2.2.3.1 Unidades de Paisaje.....	42
IV.2.2.4 Hidrología Superficial y Subterránea.....	55
IV.2.2.4.1 Hidrología Superficial.....	55
IV.2.2.4.2 Hidrología Subterránea.....	58
IV.2.3 Medio Biótico.....	58
IV.2.3.1 Vegetación.....	58
Flora Potencial en el SAR.....	62
Flora potencial del área de estudio.....	84
Índices de biodiversidad.....	95

Índice de Simpson	96
Índice de Shannon-Wiener o Shannon.....	96
Equidad de Pielou	96
IV.2.3.2 Fauna.....	100
Especies potenciales en el Sistema Ambiental Regional (SAR).....	100
Distribución espacial de las especies de vertebrados (transectos de muestreo)	110
Resultado de los muestreos por grupo taxonómico	111
Especies bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y ENDÉMICAS.....	118
Especies citadas en CITES O IUCN	118
Estimación del índice de diversidad faunística.....	118
Representatividad y suficiencia de muestreo.....	121
IV.2.4 Medio Socioeconómico	123
IV.2.4.1. Indicadores sociodemográficos.....	123
Composición Poblacional.....	126
Caracterización de la estructura económica productiva a nivel del área de estudio.	129
IV.2.5 Paisaje.....	160
IV.2.5.1 Visibilidad.....	160
IV.2.5.2 Calidad Paisajística.....	163
IV.2.5.3 Fragilidad	168
IV.3 Diagnóstico Ambiental Regional.....	171
IV.7.1. Descripción detallada de los componentes del sistema ambiental regional con base en indicadores.....	171
IV.3.1. Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional	175
IV.3.2. Construcción del escenario actual	179
Resultados de la calidad ambiental actual en el escenario actual	179
Resultados de la calidad ambiental a corto plazo en el escenario actual	180
Resultados de la calidad ambiental a mediano plazo en el escenario actual	180
Resultados de la calidad ambiental a largo plazo en el escenario actual sin Proyecto.....	180
IV.3.3. Identificación y análisis de los procesos de cambio en el SAR	181



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1 Resumen de los rasgos del SAR analizados.	22
Tabla IV. 2. Superficie ocupada por unidad climática.	27
Tabla IV. 3. Superficie ocupada por unidad geomorfológica en el SAR y el AP.	31
Tabla IV. 4. Superficie ocupada por unidad litológica en el SAR y el AP.	33
Tabla IV. 5. Superficie ocupada por unidad edafológica en el SAR y el AP del Proyecto.	39
Tabla IV. 6. Superficie ocupada por unidad de paisaje en el SAR.	42
Tabla IV. 7. Superficie ocupada por cada Microcuenca.	55
Tabla IV. 8. Uso de suelo y vegetación del SAR (Área y porcentaje).	62
Tabla IV. 9. Usos de Suelo y Vegetación a lo largo del Trazo del Libramiento Sur de Oaxaca.	75
Tabla IV. 10. Tabla de Usos de Suelo y Vegetación por Cadenamientos en el trazo del Proyecto (AP).	76
Tabla IV. 11. Listado de Flora identificada en los trabajos de Campo en el AP, para la caracterización de la Vegetación.	86
Tabla IV. 12. Especies endémicas y con estatus de conservación.	94
Tabla IV. 13 Índices de Biodiversidad por sitio de muestreo.	96
Tabla IV. 14. Especies de fauna silvestre con presencia potencial dentro del SAR.	101
Tabla IV. 15. Especies de vertebrados silvestres con presencia potencial dentro del SAR y que se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	101
Tabla IV. 16. Especies de fauna silvestre enlistadas en la Lista Roja de la IUCN.	105
Tabla IV. 17. Especies de fauna silvestre con presencia potencial a nivel de SAR y listadas en la CITES.	106
Tabla IV. 18. Especies de fauna silvestre endémicas con presencia potencial a nivel de SAR.	108
Tabla IV. 19. Número de especies, índice de diversidad de Shannon-Wiever e índice de equitatividad para la superficie muestreada a nivel de SAR, AI y AP.	119
Tabla IV. 20. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para los diferentes grupos faunísticos reportados para el AP.	119
Tabla IV. 21. Índice de diversidad de Shannon para los reptiles registrados en el AP.	120
Tabla IV. 22. Índice de diversidad de Shannon para las aves en el AP.	120
Tabla IV. 23. Índice de diversidad de Shannon para los mamíferos registrados en el AP.	121
Tabla IV. 24. Certeza de muestreo para las especies de vertebrados registrados a nivel de AP.	121
Tabla IV. 25. Municipios y Población 2000-2015.	123
Tabla IV. 26. Población Indígena 2010.	127
Tabla IV. 27. Población Indígena 2015.	128
Tabla IV. 28. Lenguas por municipio en el SAR del Proyecto.	128
Tabla IV. 29. Población por Condición de actividad económica.	129
Tabla IV. 30. Población ocupada por municipio y su distribución porcentual según sector de actividad económica. (2015) ...	130
Tabla IV. 31. Ocupación de la Población según división ocupacional.	130
Tabla IV. 32. Superficie total según principal actividad y tipo de terreno (en ha).	131
Tabla IV. 33. Superficie total según tenencia de la tierra.	134
Tabla IV. 34. Municipios con mayor porcentaje de superficie comunal.	135
Tabla IV. 35. Derechos de Propiedad.	136
Tabla IV. 36. Superficie total principalmente con agricultura a cielo abierto según superficie sembrada estimada y disponibilidad del agua.	137

Tabla IV. 37. Superficie total principalmente con actividad agrícola según tipo de agricultura en hectáreas	138
Tabla IV. 38. Principales cultivos en Agricultura a cielo abierto.	139
Tabla IV. 39. Volumen y valor de la producción de miel y cera en greña por municipio (2015)	144
Tabla IV. 40. Superficie total según principal actividad.....	145
Tabla IV. 41. Superficie con actividad forestal.....	146
Tabla IV. 42. Superficie total con actividad agropecuaria y forestal según tipo de productor.	147
Tabla IV. 43. Principales ramas de las unidades económicas por Municipio (2014)	148
Tabla IV. 44. Industrias Forestales Zimatlán de Álvarez (2012).....	157
Tabla IV. 45. Criterios de evaluación de la calidad visual de acuerdo al método indirecto de BLM, 1980.....	161
Tabla IV. 46. Categorización de las áreas debido al puntaje obtenido en la evaluación del método indirecto de BLM, 1980.	162
Tabla IV. 47. Calificación de la Calidad Visual en el sitio del Proyecto.	162
Tabla IV. 48. Calificación de los atributos del paisaje en el AP.....	168
Tabla IV. 49. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV (Yeomans, 1986).....	169
Tabla IV. 50. Escala de estimación del CAV.	169
Tabla IV. 51. Resultados del Análisis del Paisaje	169
Tabla IV. 52. Indicadores medibles y cuantificables de cambio en el sitio del Proyecto y SAR.....	171
Tabla IV. 53. Indicadores que fueron tomados como relevantes a lo largo del estudio para la evaluación de los impactos ambientales y para determinar la calidad ambiental.	175
Tabla IV. 54. Calificación de la calidad ambiental en el escenario actual (sin proyecto) por Unidad de Paisaje.....	178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV. 1. Regiones de Selvas Cálido-Secas y Regiones Templadas dentro de la clasificación de Ecorregiones de México.5	
Figura IV. 2. Subprovincias Fisiográficas correspondientes a la Provincia Sierra Madre del Sur. El Proyecto se ubica en la Sub-Provincia No. 74, Sierras y Valles de Oaxaca.	6
Figura IV. 3. Mapa geológico esquemático del Sur de México que muestra la distribución de las rocas magmáticas terciarias. Recuadro: 1 = Sierra Madre Occidental, 2 = secuencias volcánicas terciarias de la SMS, 3 =batolitos de la margen pacífica, 4 =Faja Volcánica Transmexicana, J = Jalisco, M = Michoacán, G = Guerrero, O= Oaxaca, C = Chiapas, D. F. = Cd. de México.	8
Figura IV. 4. Litología en la región de Oaxaca.	9
Figura IV. 5. Regiones Hidrológicas en torno al Proyecto.	10
Figura IV. 6. Cuenca hidrológica en donde se localiza el Proyecto.	11
Figura IV. 7 Subcuenca hidrológica en donde se localiza el Proyecto.	12
Figura IV. 8. Geomorfología de la región en donde se enclavará el Proyecto.	13
Figura IV. 9. Edafología en la región de Oaxaca en donde se enclavará el Proyecto.....	16
Figura IV. 10. Unidades de Paisaje en la Región central de Oaxaca, en donde se emplazará el Proyecto.	18
Figura IV. 11. Usos de suelo y tipos de vegetación en la región de Oaxaca en donde se desarrollará el Proyecto.	19
Figura IV. 12. Microcuencas del Programa Nacional de Microcuencas en torno a la región en donde se emplazará el Proyecto.	20
Figura IV. 13 Porcentaje de distribución por sitio de muestreo.	95



Figura IV. 14 Representación gráfica de los valores obtenidos en los IBD por sitio de muestreo.....	97
Figura IV. 15 Gráficas obtenidas en Past 3.2 de los índices de Shannon y Pielou por sitio de muestreo.	98
Figura IV. 16 Proporción de especies de la fauna silvestre del estado de Oaxaca.	100
Figura IV. 17 Especies de vertebrados silvestres con presencia potencial dentro del SAR y enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	105
Figura IV. 18. Número total de vertebrados silvestres registrados en campo.	110
Figura IV. 19. Riqueza de especies y número de individuos por taxa y sitio de muestreo.	111
Figura IV. 20. Curvas de acumulación de especies de reptiles registradas a nivel de AP.	122
Figura IV. 21. Curvas de acumulación de especies de aves registradas en la superficie del AP.	122
Figura IV. 22. Curva de acumulación de especies de mamíferos presentes a nivel AP.	123
Figura IV. 23. Población de los Municipios por donde cruza el Proyecto.	124
Figura IV. 24. Gráfico que muestra la concentración poblacional respecto al total de población.....	126

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa IV. 1 Límites del SAR del Proyecto Libramiento Sur de Oaxaca.	25
Mapa IV. 2. Tipos de clima en el SAR y el AP.	28
Mapa IV. 3. Tipos de geoforma en el SAR y el AP.	35
Mapa IV. 4. Tipos de roca en el SAR y el AP.	36
Mapa IV. 5. Tipos de suelo en el SAR y el AP.	40
Mapa IV. 6. Puntos de Muestreo realizados en el SAR y en el AP para la caracterización del suelo.	41
Mapa IV. 7. Tipos de Unidades de Paisaje en el SAR y el AP.	54
Mapa IV. 8. Hidrología superficial del SAR y del AP.	57
Mapa IV. 9 Provincias florísticas del SAR (Rzedowski J. y.-T., 2001).	60
Mapa IV. 10 Uso de suelo y vegetación en el SAR (INEGI, 2016).	64
Mapa IV. 11. Cadenamiento por USV entre el km 235+420 al 252+310.	80
Mapa IV. 12. Cadenamiento por USV entre el km 252+310 al 269+200.	81
Mapa IV. 13. Cadenamiento por USV entre el km 269+200 al 286+090.	82
Mapa IV. 14. Cadenamiento por USV entre el km 286+090 al 302+964.89.	83
Mapa IV. 15. Puntos de Muestreo realizados para la Caracterización del Componente "Vegetación".	85

FUNDAMENTO JURÍDICO

Este capítulo se desarrolla de conformidad con lo dispuesto en la Fracción IV del Artículo 13 del Reglamento 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”. Por lo que en cumplimiento con lo establecido en dicho precepto, se describen de forma amplia las características abióticas y bióticas de la superficie que ocupa el SAR y sitio en donde se emplazará el Proyecto.

En este sentido este Capítulo cuenta con la siguiente información:

- 1) Delimitación del SAR;
- 2) Caracterización de los componentes abióticos;
- 3) Caracterización de los componentes bióticos;
- 4) Caracterización de los factores socioeconómicos;
- 5) Caracterización del Paisaje; y
- 5) Tendencias del desarrollo y deterioro de la región.

Complementándose con un diagnóstico de la calidad que actualmente guarda el SAR. Las anteriores características son de utilidad fundamental durante la identificación y calificación de los impactos ambientales que pueda producir la implementación del Proyecto, así como para el diseño y propuesta de las medidas de control, prevención, mitigación y/o compensaciones correspondientes, que sirvan para atenuar y en el mejor de los casos revertir las afectaciones a los componentes ambientales.

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.

El Sistema Ambiental Regional (SAR), es una “región de influencia”, que se delimita geográficamente por diversos criterios como los físicos, los bióticos y los socioeconómicos, formando el entorno de un Proyecto y, que por su implementación podría verse modificado.

Por ello, en primera instancia, para el presente proyecto y bajo el esquema de la evaluación del impacto ambiental fue necesario delimitar el área de estudio sobre la base de una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación; considerando al Proyecto dentro de un sistema complejo, integrado por diversos factores ambientales. Sin embargo, resulta muy complejo establecer una superficie única de estudio, que permita analizar las características estructurales y funcionales de todos y cada uno de sus componentes en un sistema que se encuentra en constante cambio y que a su vez pueda ser representativo para el Estudio, debido a que en el Sistema Ambiental dichos componentes son diversos y se encuentran dentro de una red de interacciones, en donde el Proyecto puede incidir de manera directa o indirecta sobre alguno de estos.

IV.1.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN DE ESTUDIO

Las distintas afectaciones que ocasiona la construcción de una vía de comunicación a los recursos naturales son muy diversas, como es el caso del Proyecto en cuestión, el cual considera la construcción de obras mayores como puentes, pasos vehiculares, entronques, cortes y terraplenes. Por ello, la definición del SAR es un tema relevante, en donde se tuvieron que incluir todos los criterios posibles incluyendo la información acopiada en gabinete a partir de bases de datos y diversa literatura de la zona, así como de los datos que se obtuvieron en campo, permitiendo identificar las posibles modificaciones a los componentes ambientales por la acción del Proyecto en sus diversas etapas de implementación.

Para delimitar el Sistema Ambiental Regional (SAR), se utilizó el sistema de información geográfica (SIG), ArcGis 10.3, como herramienta para desarrollar el método geomorfológico de “Regionalización Ecológica”, planteado por Bocco et. al. (2001), en el que se sobreponen mapas temáticos e imágenes. Este procedimiento consiste en generar información concisa y sistemática de las formas de terreno, los procesos geomorfológicos, la estructura, composición, dinámica de los suelos, agua y de la vegetación, así como de los fenómenos naturales relacionados (Zonnenveld, 1979; Meigerink, 1988; Zinc, 1988).

De acuerdo con Bocco et al., 2001, la Regionalización Ecológica se basa en el concepto de regionalización geomorfológica o de unidades de paisaje, la cual ha probado su utilidad en el manejo de recursos naturales. Este procedimiento consiste en generar información concisa y sistemática de las formas de terreno, los procesos geomorfológicos, la estructura, composición, dinámica de los suelos, agua y de la vegetación, así como de los fenómenos naturales relacionados (Zonnenveld, 1979; Meigerink, 1988; Zinc, 1988). Por lo cual al delimitar el SAR partiendo de la concepción de la geomorfología, dentro de este concepto se engloban a diferentes factores, que evidentemente se mostrarán en el paisaje de la región, pero que sin embargo evolucionan en la dinámica del “ciclo geográfico”, mediante una serie de procesos constructivos y destructivos, entre los que se encuentran los siguientes:



1. Factores geográficos: El relieve se ve afectado tanto por factores bióticos como abióticos, de los cuales se consideran propiamente geográficos aquellos abióticos de origen exógeno, tales como el relieve, el suelo, el clima y la dinámica hidrológica de escurrimientos o cuerpos de agua.
2. Factores bióticos: El efecto de los factores bióticos sobre el paisaje suele oponerse a los procesos del modelado, especialmente considerando la vegetación.
3. Factores geológicos: tales como la tectónica, el diastrofismo y la orogénesis, son procesos constructivos y de origen endógeno que se oponen al modelado e interrumpen el ciclo geográfico.
4. Factores antrópicos: La acción del hombre sobre el paisaje es muy variable, dependiendo de la actividad que se realice, en este sentido y como comúnmente pasa con el hombre es muy difícil generalizar, pudiendo incidir a favor o en contra de los procesos erosivos.

De tal forma que mediante este proceso, se clasificaron unidades relativamente homogéneas según varios criterios (variables), representándolas en forma de mapas (y bases de datos geográficos), para las cuales se utilizaron leyendas (modelos cartográficos) jerárquicas (anidadas). De tal forma que la delineación sobre el territorio para delimitar de forma preliminar el SAR de este proyecto, fue de forma cualitativa, basada en los diferentes niveles de homogeneidad, resultado del análisis cartográfico y de campo, desde el nivel más alto o que abarcará grandes superficies de territorio.

Entre los niveles jerárquicos que se usaron para la delimitación del SAR están:

- A. Zona
- B. Provincia ecológica
- C. Ambiente morfogenético
- D. Paisaje geomorfológico
- E. Forma de relieve o Unidad de Paisaje

Asimismo, en virtud de que la influencia del proyecto es regional se reconoció una concepción sistémica de las grandes unidades ambientales y sus atributos, en donde cada unidad tiene una función ecológica distribuida en el espacio; por lo que la delimitación del SAR del Proyecto se basa en los principios de ecología del paisaje. Tomado de referencia atributos que van desde el clima, la geología, la geomorfología, la edafología, la vegetación y las unidades de Paisaje de la región.

Adicionalmente se tomaron en cuenta las especificaciones del Proyecto, el cual consiste en la construcción de una vía de comunicación, con una longitud aproximada de 67.5 km, con una sección tipo A2 en una Primera Etapa el Proyecto, en donde sus características particulares corresponden a una sección de dos carriles, uno en cada sentido, sin franja intermedia con acotamientos laterales de 2.5 metros para un ancho de calzada de 12 metros, con un derecho de vía de 60 metros de ancho. Y en una Segunda Etapa se contempla la ampliación de la corona a 21 metros, para albergar dos carriles más de 3.5 metros cada uno, con una franja intermedia de 2 metros entre los carriles de ida y venida, para conformar una sección tipo A4, la cual contará con acotamientos laterales de 2.5 metros, 4 carriles de 3.5 metros de ancho cada uno (dos carriles por sentido) y ubicando el derecho de vía a 29.5 metros del lado derecho del nuevo eje central y a 30.5 metros del lado izquierdo de dicho eje.



Se contempla además la instalación de infraestructura asociada a la vía de comunicación como es el caso de las obras de drenaje menor y mayor, siendo estas de vital importancia para garantizar la continuidad del agua en los escurrimientos que cruzará y a la vez evitar daños a la carretera e interrupciones de servicio; además de pasos vehiculares y entronques.

IV.1.1.2 Criterios de Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

A continuación se describen los criterios utilizados para la delimitación del Sistema Ambiental Regional con las características de la región.

A. Zona

Definida a partir de las grandes unidades climáticas del país con las unidades orogénicas, determinando los tipos de vegetación. Para el caso de la región en donde se emplazará el Proyecto, y que contempla el Estado de Oaxaca este se localiza en las Regiones: Selvas Cálido-Secas en su mayor parte y en menor proporción en las Sierras Templadas.

Selvas Cálido-Secas: Esta zona cubre aproximadamente 16% del territorio y se extiende por una angosta y discontinua franja desde el este de Sonora y el sureste de Chihuahua hasta Chiapas. En el Istmo de Tehuantepec se divide para rodear la Depresión Central de Chiapas, en donde se extiende a lo largo del Pacífico. También ocupa el norte de la planicie costera del Golfo, el norte de la península de Yucatán y la franja sur de la península de Baja California. Se ubica sobre suelos que están poco desarrollados y se derivan principalmente de rocas calcáreas, metamórficas y volcánicas. En esta región predominan los bosques bajos deciduos y subdeciduos. Esto implica un marcado patrón estacional y una diferencia fisonómica entre las estaciones seca y húmeda.

Regiones Templadas: Esta zona cubre aproximadamente le 22 % del territorio nacional, se caracteriza por presentar una temperatura media anual superior a 18°C y precipitación pluvial entre 800 y 1,200 mm anuales, que se presenta en su mayor parte en verano. La estacionalidad de la precipitación y las altas temperaturas provocan una alta evaporación durante la temporada seca, que se caracteriza ambientalmente a la zona. Los tipos de vegetación que se presentan son muy diversos y varían desde selvas medianas y bajas hasta sabanas, palmares e incluso asociaciones de xerófitas, aunque estas últimas no son muy características de la zona. Las actividades económicas básicas son la agricultura de temporal, la explotación forestal y el turismo. Estos ecosistemas se pueden encontrar en una gran parte del territorio nacional entre ellos el Estado de Oaxaca.

La ubicación del Proyecto dentro de las regiones Selvas Cálido-Secas y Regiones Templadas, puede observarse a continuación en la siguiente figura.

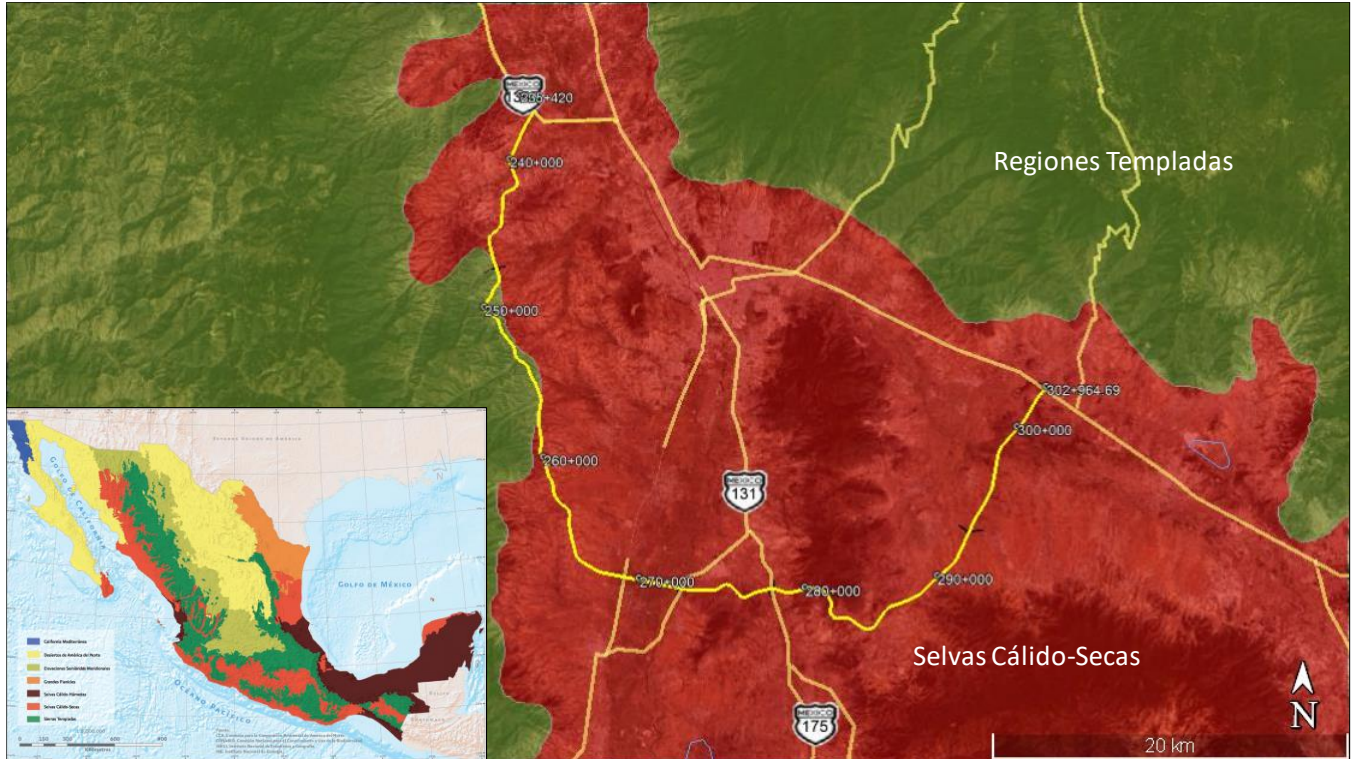


Figura IV. 1. Regiones de Selvas Cálido-Secas y Regiones Templadas dentro de la clasificación de Ecorregiones de México.

B. Provincia Ecológica

Se identifican las unidades regionales de subprovincias y discontinuidad por ser éstas las que conforman el nivel de provincia ecológica. Para este caso se utiliza la Fisiografía regional.

Fisiográficamente la región del Proyecto se encuentra ubicada en la Provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, la cual se extiende a lo largo y muy cerca de la costa del Pacífico con una dirección general noroeste-sureste, su altitud es casi constante de poco más de 2,000 msnm, en donde nacen varias corrientes que desembocan en el Océano Pacífico u en su vertiente interior se localizan las cuencas del Río Balsas, Verde y Tehuantepec

Esta Provincia es la de mayor complejidad geológica, pues se pueden encontrar rocas ígneas, sedimentarias y la mayor abundancia de rocas metamórficas del país, de edades del Precámbrico al Neógeno y en estructuras de pliegue y bloques¹. El choque de las placas tectónicas de Cocos y la placa Norteamericana, provoco el levantamiento de esta Sierra y ha determinado en gran parte su complejidad.

Los climas subhúmedos cálidos y semicálidos imperan en la mayor parte de la provincia. En ciertas regiones elevadas, incluyendo algunas con extensos terrenos planos, como los Valles Centrales de Oaxaca, rigen climas semisecos templados y

¹ Lugo Hubp J.; Córdova C. Regionalización Morfológica de la República Mexicana. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 8 de julio de 1991.



semifríos; en tanto que al Oriente, colindando con la Llanura Costera del Golfo Sur, hay importantes áreas montañosas húmedas cálidas y semicálidas. Desde el punto de vista biogeográfico, en distintas regiones de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, existe amplia diversidad de comunidades vegetales, al grado de que ha sido reconocida como una de las regiones florísticas más ricas de México y del mundo. El mayor sistema fluvial de la Provincia corresponde al del Río Balsas, con importantes afluentes, como el Río Tepalcatepec y el Río Cutzamala². La ubicación de esta Provincia y de la Sub Provincia se puede observar a continuación en la Figura IV. 2

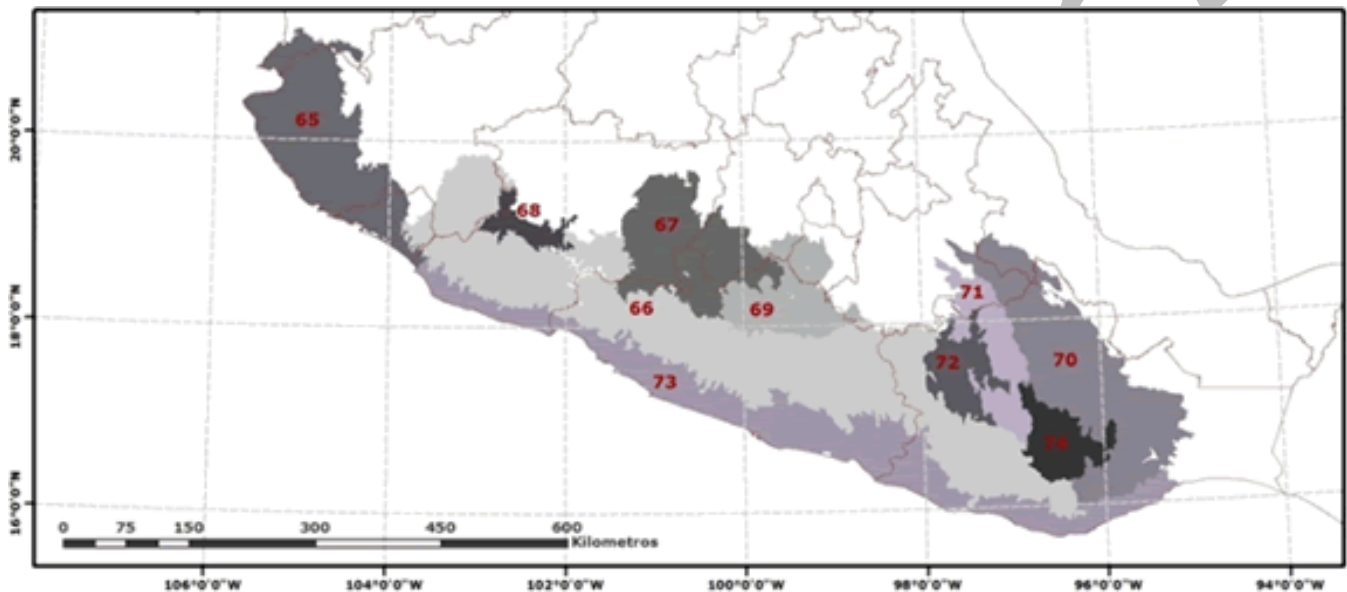


Figura IV. 2. Subprovincias Fisiográficas correspondientes a la Provincia Sierra Madre del Sur. El Proyecto se ubica en la Sub-Provincia No. 74, Sierras y Valles de Oaxaca.

La Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, se divide en las siguientes Sub-provincias fisiográficas:

- a) 65. Sierras de la Costa de Jalisco y Colima
- b) 66. Cordillera Costera del Sur
- c) 67. Depresión del Balsas
- d) 68. Depresión del Tepalcatepec
- e) 69. Sierras Y Valles Guerrerenses
- f) 70. Sierras Orientales
- g) 71. Sierras Centrales de Oaxaca
- h) 72. Mixteca Alta
- i) 73. Costas del Sur
- j) 74. Sierras y Valles de Oaxaca

² Tecnología Educativa, INEGI. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. https://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf



De las anteriores el Proyecto se ubica en la Sub-Provincia No. 74 Sierras y Valles de Oaxaca, por lo que el primer límite analizado para ir acotando el SAR del Proyecto fue precisamente la división de la Sub-Provincia Fisiográfica.

C. Ambiente Morfogénético

A partir de esta categoría, la clasificación del territorio en unidades en función del ambiente morfogenético implica la sobreposición de cartografía temática e imágenes de satélite para definir las unidades espaciales menores de la regionalización, por lo que deben abordarse de forma específica en cada estudio (SEDUE, 1986 op cit). Por lo anterior en el presente estudio se muestra la diagnosis de cada uno de los temas analizados a manera de shapes en capas dentro de un sistema de información geográfica.

La caracterización de los temas incluidos en este nivel jerárquico abarca las características geológicas y de hidrología de la región, según lo siguiente:

Geología:

La provincia magmática de la Sierra Madre del Sur (SMS) está formada por un abundante registro de rocas plutónicas y volcánicas terciarias que afloran al sur de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), las cuales se originaron por episodios volcánicos que ocurrieron desde el Paleoceno hasta el Mioceno Morántemprano. Las rocas de esta provincia presentan variaciones reconocibles en su composición estratigráfica y en sus relaciones aparentes con el entorno tectónico. Estas variaciones, así como su distribución con respecto a otras provincias volcánicas como la Sierra Madre Occidental (SMO) y la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) sugieren cambios significativos en las condiciones geodinámicas en la parte central y sur de México. La geometría aproximada e interacciones cinemáticas actuales de las placas tectónicas en el entorno del sur de México, así como la distribución de las anomalías magnéticas del piso oceánico del Pacífico Oriental, indican que esta región de México fue el escenario de una geodinámica muy activa caracterizada por las interacciones de las placas de Norteamérica, el Caribe y Farallón. Esta última placa evolucionó hacia las placas de Guadalupe, Cocos y Rivera como resultado de su fragmentación gradual y el consecuente establecimiento de nuevos polos de rotación.

Las rocas magmáticas de la SMS constituyen una amplia provincia que se distribuye desde el Estado de Michoacán hasta el Istmo de Tehuantepec. Su límite norte está marcado por los afloramientos más meridionales de la FVTM. Este límite se puede definir con criterios generales de edad y composición, como en el caso de la SMO, sin embargo, esta última cuenta con una orientación y con algunas características estratigráficas que revelan detalles diferentes en su evolución si se le compara con la SMS.

Hacia el sur, las rocas magmáticas de la SMS han sido reconocidas hasta el borde continental limitado por la Trinchera de Acapulco. La distribución de las rocas magmáticas de la SMS, sus características petrológicas y geoquímicas, así como su edad, indican con claridad que el escenario tectónico en el que se originaron era diferente al de la actual distribución del arco y la trinchera.



Asimismo en cuanto a tipos de roca (o litología) en la región se presentan de forma característica las siguientes, (ver Figura IV.4): En donde para la zona circundante a la Ciudad de Oaxaca, las rocas dominantes fueron producto de secuencias volcánicas terciarias y batolitos terciarios de la margen pacífica.

1. Metamórfica: gneis, metavolcánica y complejo ultrabásico
2. Ígnea intrusiva: granito-granodiorita, granito, granodiorita, gabro y diorita
3. Ígnea extrusiva: andesita-toba intermedia, toba ácida y volcanoclástico
4. Sedimentaria: arenisca-conglomerado

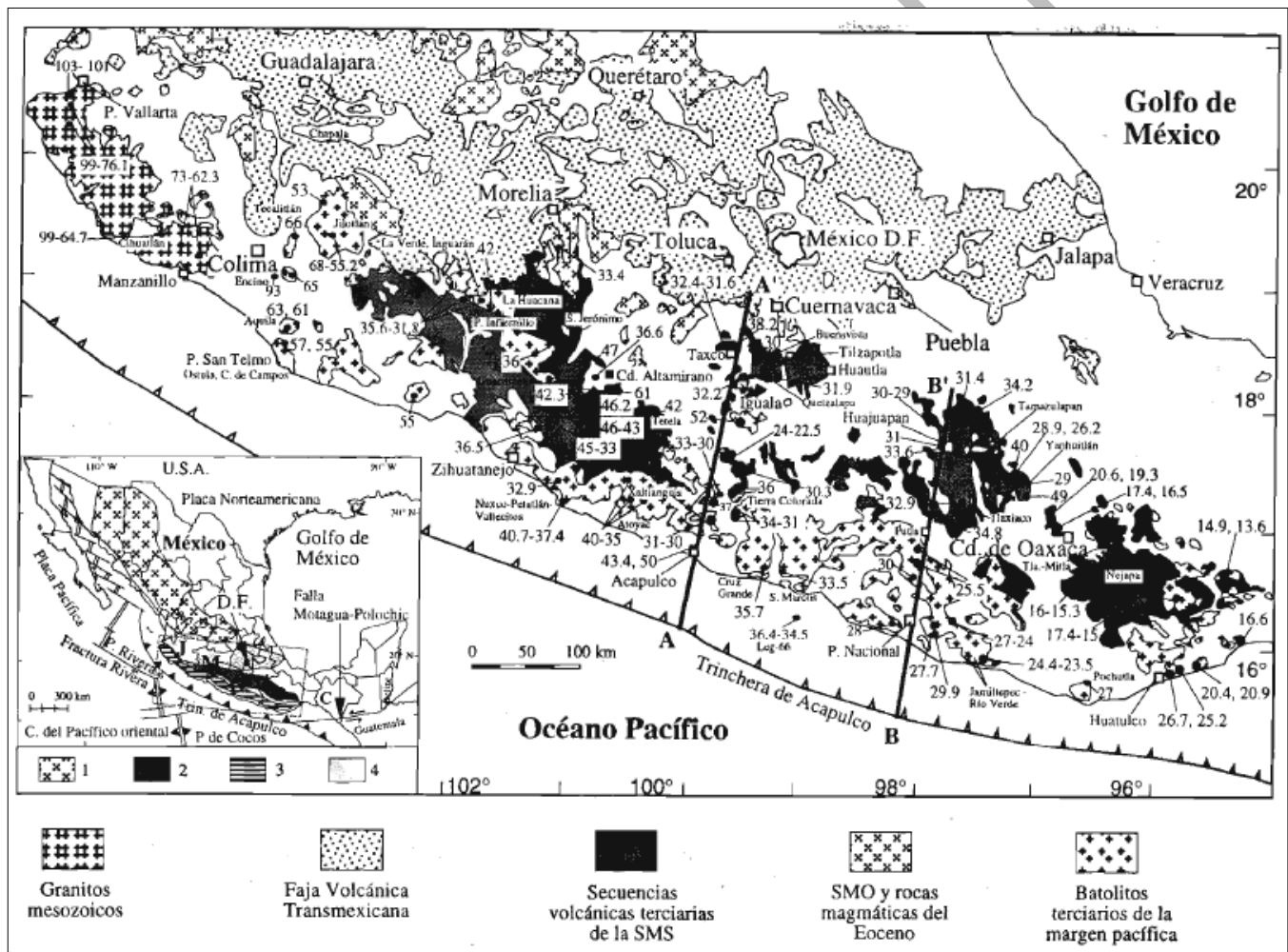


Figura IV. 3. Mapa geológico esquemático del Sur de México que muestra la distribución de las rocas magmáticas terciarias. Recuadro: 1 = Sierra Madre Occidental, 2 = secuencias volcánicas terciarias de la SMS, 3 = batolitos de la margen pacífica, 4 = Faja Volcánica Transmexicana, J = Jalisco, M = Michoacán, G = Guerrero, O = Oaxaca, C = Chiapas, D. F. = Cd. de México.



Por otro lado, los límites analizados en el tema geológico son los que se muestran en la Figura IV.1.4., en donde se puede observar la litología dominante en la región a gran escala.

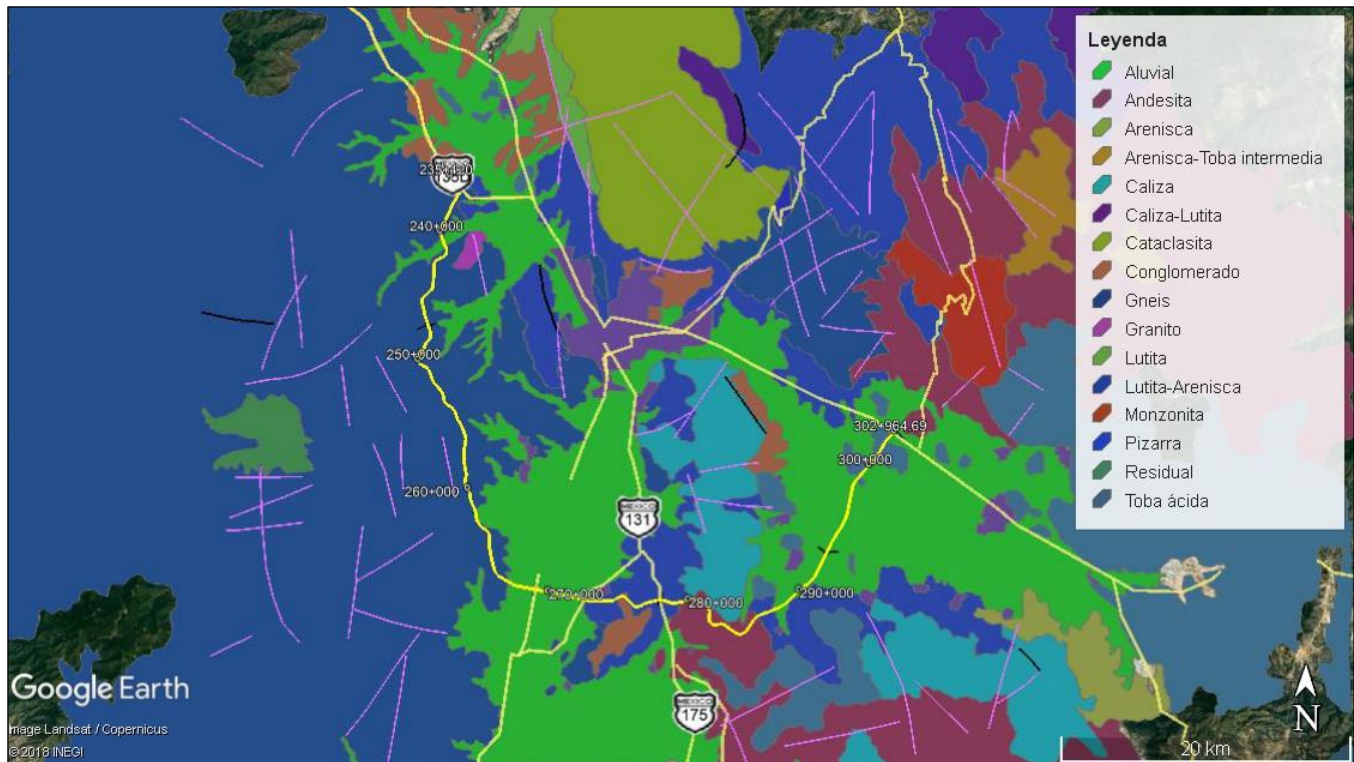


Figura IV. 4. Litología en la región de Oaxaca.

Hidrología:

Las aguas superficiales del Estado de Oaxaca están distribuidas en ocho regiones hidrológicas: RH18 “Balsas”, RH20 “Costa Chica-Río Verde”, RH21 “Costa de Oaxaca”, RH22 “Tehuantepec”, RH23 “Costa de Chiapas”, RH28 “Papaloapan”, RH29 “Coatzacoalcos” y RH30 “Grijalva-Usumacinta”.

La Región Hidrológica en donde se ubicará el Proyecto es la RH20 Costa Chica-Río Verde, que cubre el 24.48% de la superficie estatal, drenando las aguas del centro y suroeste de la entidad hacia el océano Pacífico, se encuentra localizada en el sureste de la República Mexicana, en la región de la Costa del Estado de Guerrero y parte del Estado de Oaxaca. Esta Región Hidrológica tiene la forma de un pentágono irregular, alargado en el sentido Este-Oeste y se encuentra delimitada al Norte por las regiones hidrológicas número 18 Balsas y 28 Papaloapan, al Sur por el Océano Pacífico y por la Región Hidrológica Número 21 Costa de Oaxaca, al Este por la Subregión Hidrológica Río Tehuantepec y al Oeste por la Región Hidrológica Número 19 Costa Grande de Guerrero. Y se localiza entre las coordenadas geográficas 15 °58'49" y 17 °37'22" de Latitud Norte y entre 96 °16'36" y 100 °04'48.05" de Longitud Oeste.



De las cinco cuencas de esta región hidrológica, tres cubren territorio de Oaxaca; el nombre de estas cuencas y la porción del territorio estatal que cubren son: Río Atoyac (19.52%), Río La Arena y otros (2.36%) y Río Omotepec o Grande (2.6%). Los principales ríos de esta cuenca son el río Atoyac y el río Verde.

La RH20 Costa Chica-Río Verde tiene una superficie hidrológica de 117 305 km², distribuidos en tres subregiones de la siguiente manera: Alto Balsas 50 464 km², Medio Balsas 31 887 km² y Bajo Balsas 34 954 km². En total, en esta región se encuentran considerados 420 municipios de los 2,455 existentes en el Territorio Nacional, lo que representa un poco más del 17% de los municipios del país.

La ubicación de las Regiones Hidrológicas en la región de Oaxaca, se muestran en la siguiente figura.



Figura IV. 5. Regiones Hidrológicas en torno al Proyecto.

Dado que la información regional incluyó una superficie demasiado extensa como para tomarla como área de influencia del Proyecto, únicamente se retomaron algunos límites de la regionalización en este nivel, no obstante se decidió acotar dichos límites a nivel de cuencas, subcuencas y microcuencas como se describe en los siguientes párrafos.

Otro nivel de análisis aún en el tema de macro regiones corresponde a la ubicación del Proyecto en la Cuenca Río Verde-Atoyac como se observa en la siguiente figura.

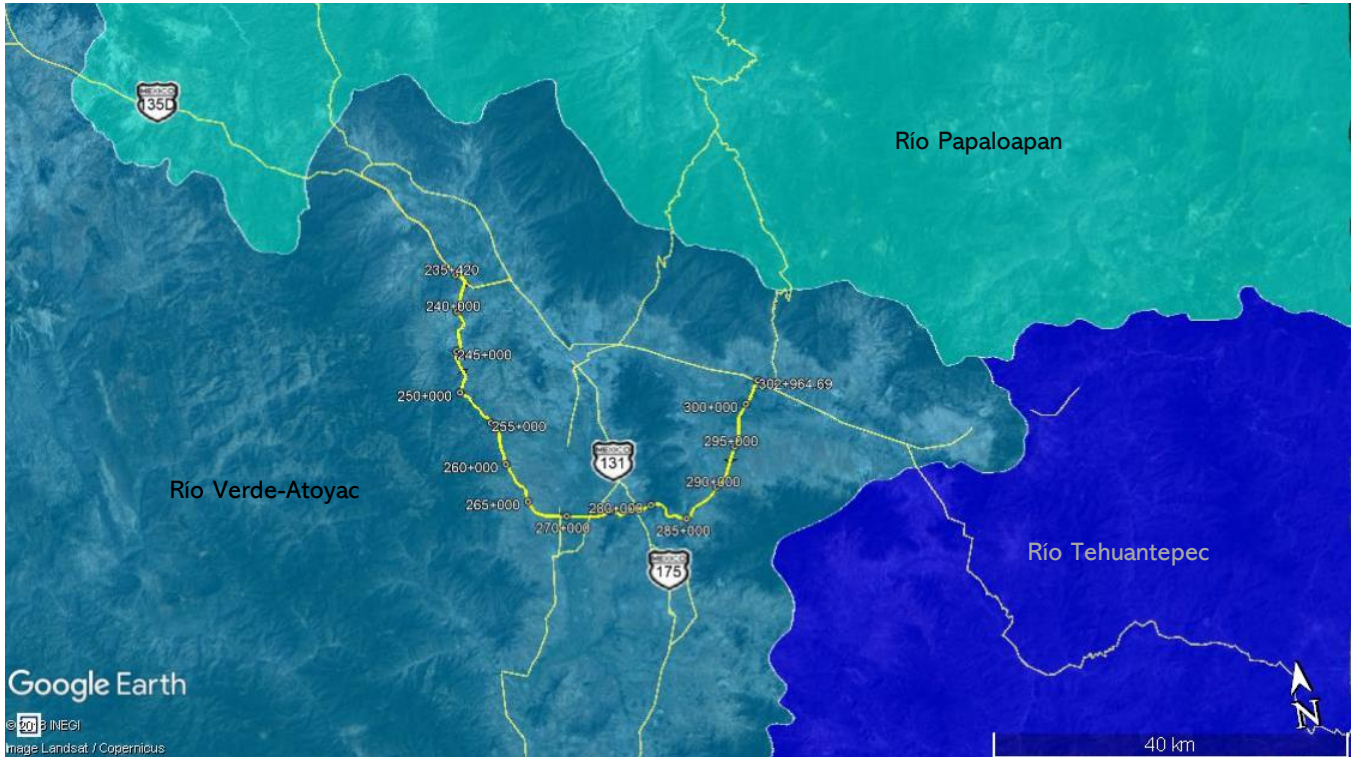


Figura IV. 6. Cuenca hidrológica en donde se localiza el Proyecto.

Los ríos que dan nombre a la Cuenca son los que se describen a continuación:

El Río Atoyac tiene sus orígenes al Sur del Municipio de San Francisco Telixtlahuaca, aproximadamente a 8 kilómetros de la cabecera municipal donde lleva el nombre de Río Nariz, a una elevación aproximada de 2,418 metros sobre el nivel medio del mar, su dirección es hacia el Sur recibiendo varios nombres, al cruzar el poblado de Santiago Suchilquitongo, al Sur del Municipio de San Pablo Huitzo, toma el nombre de Río Atoyac, continúa con ese nombre y cruza la ciudad de Oaxaca de Juárez hasta la estación hidrométrica Oaxaca a una elevación aproximada de 1,500 metros sobre el nivel medio del mar y una longitud aproximada de 43.4 kilómetros. A 1.5 kilómetros aguas abajo de la estación hidrométrica Oaxaca, se le incorpora otro Río que lleva el mismo nombre y que nace al Sur del Municipio de Villa Díaz Ordaz, Estado de Oaxaca, donde toma el nombre de Arroyo Grande, a una elevación aproximada de 2,600 metros sobre el nivel medio del mar; en su trayecto también recibe varios nombres hasta su confluencia con el río del mismo nombre, en general mantiene una dirección hacia el Oeste, con una longitud acumulada de 66 kilómetros. Posteriormente a varios kilómetros continúa con el nombre del Río Verde y cambia su dirección hacia el Sur hasta la estación hidrométrica Paso de la Reina.

El Río Verde, con una longitud aproximada de 57.9 kilómetros, tiene sus orígenes al Sureste del Municipio de Santiago Tetepec, Estado de Oaxaca, a 3 kilómetros de la población Paso de la Reina del Municipio de Santiago Jamiltepec, y una elevación aproximada de 100 metros sobre el nivel medio del mar, y tiene una dirección hacia el Sur hasta su desembocadura en el Océano Pacífico. Aproximadamente a medio kilómetro aguas abajo del poblado Paso de la Reina, se le une el Río Leche, que tiene su origen al Noreste del Municipio de Santa Catarina Juquila, aproximadamente a 2 kilómetros de la cabecera municipal,



a una elevación aproximada de 2,000 metros sobre el nivel medio del mar, donde toma el nombre de Río Manteca, tiene una dirección hacia el Oeste, y el afluente tiene una longitud aproximada de 50.9 kilómetros.

Posteriormente se analizaron los límites de subcuenca hidrológica, las cuales comprenden superficies aún muy grandes, identificando que el Proyecto se localiza en la Subcuenca Río Atoyac-Oaxaca de Juárez. La cual cuenta con una superficie de 3 727 km², se localiza en la porción centro del estado de Oaxaca. La subcuenca comprende los distritos de Etlá, Ixtlán, Centro, Tlacolula, Ocotlán, Ejutla y parte de Miahuatlán y Sola de Vega. La ubicación de la Subcuenca hidrológica Río Atoyac-Oaxaca de Juárez se muestra en la siguiente figura.

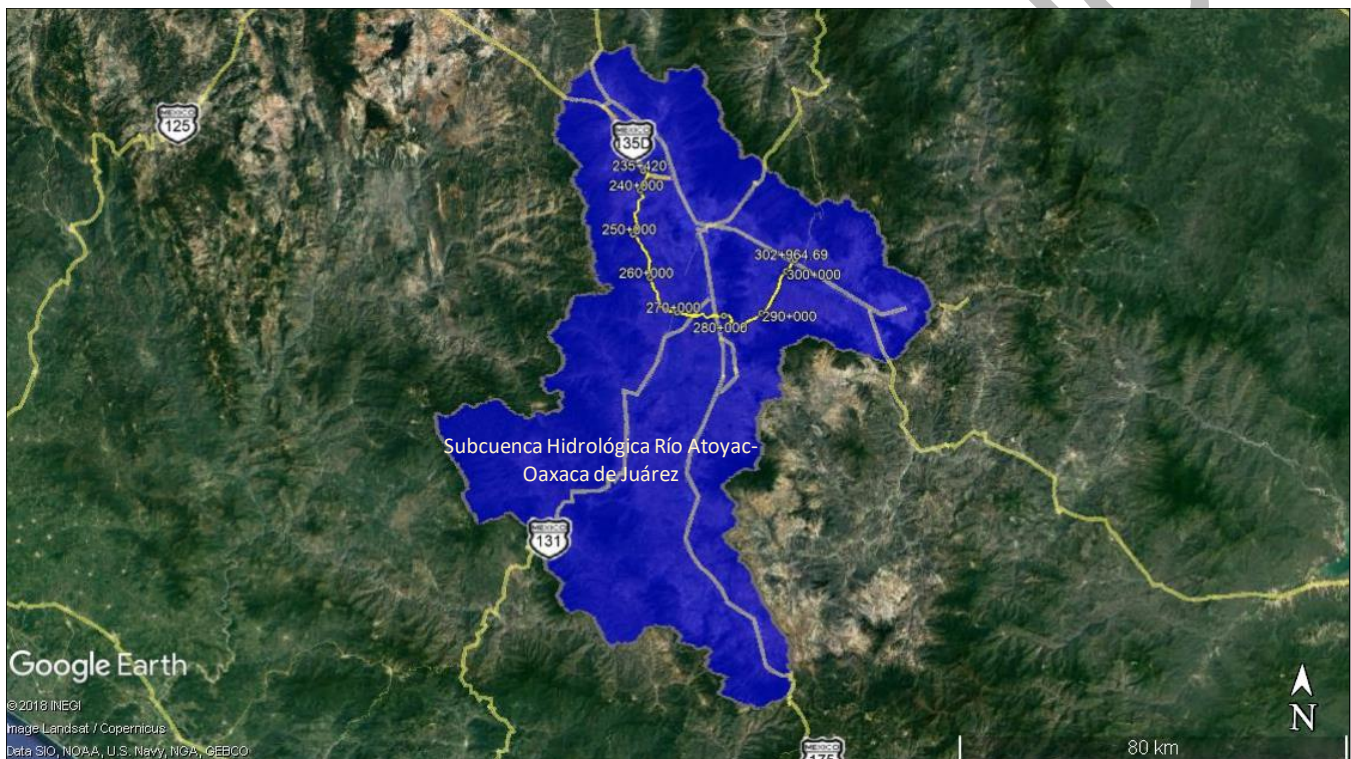


Figura IV. 7 Subcuenca hidrológica en donde se localiza el Proyecto.

C. Paisaje Geomorfológico

Este nivel corresponde a divisiones más simples y homogéneas, como un patrón de topoformas en donde el criterio edáfico es un factor auxiliar que permite una identificación de las repercusiones de la conjunción del sistema terrestre y el clima a través de los procesos pedogenéticos, permitiendo en muchos casos la comprensión de la dinámica del paisaje, ya que el suelo determina el tipo de vegetación y es resultado del microclima, basamento geológico y patrón hidrológico locales. A este nivel del proceso de regionalización, la interpretación de imágenes de satélite y de fotografías aéreas son de gran importancia, así como la incidencia de procesos morfodinámicos y morfogenéticos que definen el tipo de paisaje geomórfico bajo estudio. En este caso se estudiaron los criterios temáticos de la Geomorfología y de la Edafología en la región, según lo siguiente.



Geomorfología:

De acuerdo con el análisis general de la geomorfología en la región de esa parte de Oaxaca, esta corresponde a un paisaje geomorfológico combinado entre un Sistema Fluvial, Sierras y Montañas con Plegamientos, Relieve Volcánico, Sistema Cárstico y Planicies, el cual contiene elementos como:

La Geomorfología de la región en donde se enclava el Proyecto se puede observar a continuación en la siguiente figura.

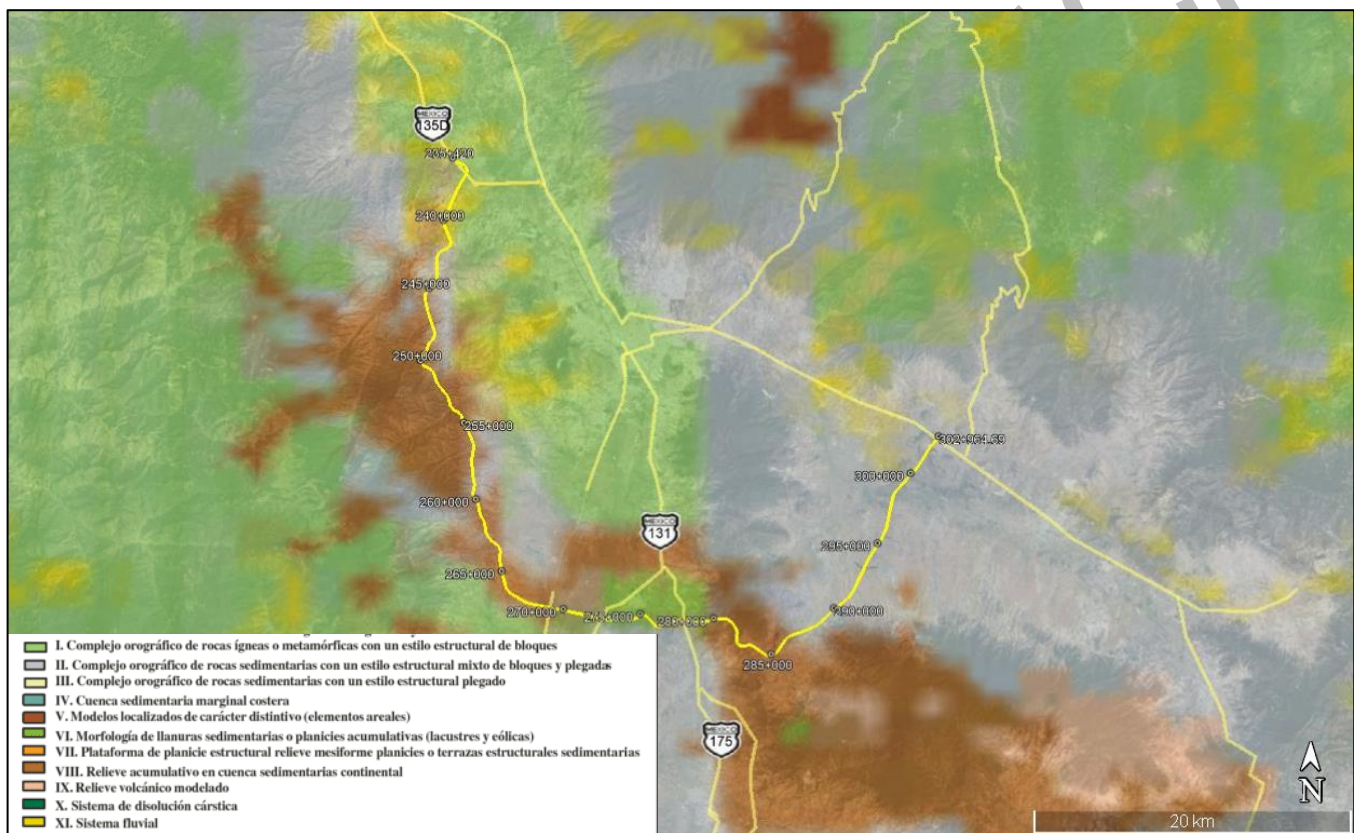


Figura IV. 8. Geomorfología de la región en donde se enclavará el Proyecto.

En general la morfología de la zona en donde se pretende el Proyecto y de la región presenta una gran diversidad de las condiciones estructuro-geomorfológicas del relieve, basadas en una historia geotectónica con disímiles episodios, como la fracturación del paleocontinente Gondwana, la acreción a Laurentia de los terrenos antiguos Zapoteco y Mixteco durante las colisiones cratónicas paleozoicas, el carácter global de las transgresiones mesozoicas con la extensión de coberturas carbonatadas y terrígenas, las deformaciones plicativas de la orogenia Laramide, la sepultura de muchas estructuras por la deposición volcánica, y finalmente, la activación de una tectónica de bloques verticales y horizontales bajo mecanismos transcurrentes durante la etapa neotectónica (Neógeno-Cuaternario), que se puede considerar como la etapa geomorfológica

del desarrollo del relieve actual. Los acontecimientos geólogogeomorfológicos a partir del Mioceno mediotardío muestran las fases de consolidación y del desarrollo primario de la morfoestructura moderna del relieve³.

Evolución morfoestructural en la etapa de desarrollo del relieve moderno

El relieve moderno de Oaxaca y de la región en donde se ubicará el Proyecto, está condicionado por su posición en el margen convergente de subducción de la placa oceánica Cocos en interacción con la continental Norteamericana, y se formó bajo intensos movimientos neotectónicos, que incluso desplazaron a las secuencias sedimentarias continentales del Terciario hasta altitudes superiores a los 2 000 m y más, ocupando restos de las antiguas superficies de planación mio-pliocénicas. Por ello, se considera que las regiones geomorfológicas modernas de Oaxaca y sus circundantes se consolidaron a partir del Neógeno. En esta etapa neotectónica se reconstruyen las estructuras anteriores del basamento, generándose nuevos sistemas de fallamiento, con transcurrencias y transpresiones, existiendo en diversos casos, relaciones concordantes, de herencia y reactivación de las unidades iniciales del basamento, en conformidad con sus límites y estilos tectónicos.

Las estructuras antiguas, como las fallas Oaxaca y Caltepec (muy cercanas al sitio de emplazamiento del Proyecto), además de las fallas Vista Hermosa, Chacalapa y otras, también constituyen límites del plano morfoestructural moderno. Por ejemplo, la falla Oaxaca, con desplazamientos durante el Cenozoico tardío, representa la zona de articulación entre las morfoestructuras montañosas modernas de la Sierra de Juárez y los lomeríos y planicies del graben Oaxaca-Tehuacán, conocido como la cañada oaxaqueña.

El desarrollo del relieve moderno, ocurrido a partir del Terciario, modificó las estructuras de las orogenias subherciniana y laramídica, y permitió su expresión en la superficie, mediante una contrastante diferenciación en bloques longitudinales y transversales, bajo regímenes diferenciados de desplazamientos verticales y horizontales, activos hasta el presente. En general, para este territorio la edificación neotectónica es realmente una reconstrucción y un reordenamiento de la morfoestructura antigua proterozoica y paleo-mesozoica. El cuadro se caracteriza por morfoestructuras discordantes (positivas y negativas), no heredadas o cuanto más, parcialmente reactivadas respecto al plano morfoestructural antiguo, lo cual es un reflejo de los cambios significativos en el régimen de los movimientos tectónicos relacionados con las zonas de fallas más importantes. Todo lo anterior determina la coexistencia de elementos estructurales de diferentes etapas de la evolución geotectónica con estilos geodinámicos diferentes, y por supuesto, con expresiones contrastantes en el relieve.

Edafología:

Como parte del Paisaje –geomorfológico, también se analizaron los criterios temáticos de edafología en donde para la región a gran escala se pudieron identificar grandes unidades de suelos.

En la región del Proyecto, los procesos responsables de la formación de suelos pueden ser de origen residual o transportado.

³ Hernández Santana, José Ramón, Ortiz Pérez, Mario Arturo, & Mah Eng, Manuel Figueroa. (2009). Análisis morfoestructural del estado de Oaxaca, México: un enfoque de clasificación tipológica del relieve. Investigaciones geográficas, (68), 7-24. Recuperado en 09 de noviembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112009000100002&lng=es&tlng=es



En el primer caso, la meteorización (desintegración mecánica o descomposición química) tiene una función importante para alterar las rocas que conforman la corteza terrestre y así determinar el tipo de suelo que se forma a partir de una roca original. El clima tiene una influencia determinante en el tipo de suelo resultante. En el segundo caso, los procesos de transporte ya sea hídrico o eólico tienen un papel determinante y están regidos por el depósito de material erosionado, transportado y depositado en sitios distantes a su fuente de origen. El perfil de un suelo de la cima a su base consta de los siguientes horizontes:

Horizonte A: Rico en materia orgánica. Está en contacto con la atmósfera. Aloja las raíces de plantas y vida vegetal en general.
Horizonte B: Poca materia orgánica. Contiene minerales disueltos precipitados del horizonte A, así como fragmentos de la roca original muy alterados.

Horizonte C: El contacto con el horizonte B está constituido por rocas fracturadas y alteradas. Su base está formada por la roca madre a partir de la cual se origina el suelo sobre yacente.

Las unidades edáficas presentes en la región en donde se emplazará el Proyecto son:

- Regosol: Los Regosoles se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud. Son muy comunes en zonas áridas, en los trópicos secos y en las regiones montañosas. Su uso y manejo varían muy ampliamente. Bajo regadío soportan una amplia variedad de usos, si bien los pastos extensivos de baja carga son su principal utilización. En zonas montañosas es preferible mantenerlos bajo bosque. Este es el suelo dominante en la porción Oeste del Proyecto.
- Cambisol: Los Cambisoles se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. Aparecen sobre todas las morfologías, climas y tipos de vegetación. Permiten un amplio rango de posibles usos agrícolas. Sus principales limitaciones están asociadas a la topografía, bajo espesor, pedregosidad o bajo contenido en bases. En zonas de elevada pendiente su uso queda reducido al forestal o pascícola
- Luvisol: Los Luvisoles se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos pero con una estación seca y otra húmeda, como el clima mediterráneo. Cuando el drenaje interno es adecuado, presentan una gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su moderado estado de alteración y su, generalmente, alto grado de saturación
- Feozem: El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados; destacan los depósitos glaciares y el loess con predominio de los de carácter básico. Se asocian a regiones con un clima suficientemente húmedo para que exista lavado pero con una estación seca; el clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetación de matorral tipo estepa o de bosque. Los Feozems vírgenes soportan una vegetación de matorral o bosque, si bien son muy pocos. Son suelos fértiles y soportan una gran variedad de cultivos de secano y regadío así como pastizales. Sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión.
- Vertisol: Este tipo de suelo hace alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables. El material original lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de



alteración de rocas que las generen. Se encuentran en depresiones de áreas llanas o suavemente onduladas. El clima suele ser tropical, semiárido a subhúmedo o mediterráneo con estaciones contrastadas en cuanto a humedad. La vegetación cimácica suele ser de savana, o de praderas naturales o con vegetación leñosa. El perfil es de tipo ABC. La alternancia entre el hinchamiento y la contracción de las arcillas genera profundas grietas en la estación seca y la formación de superficies de presión y agregados estructurales en forma de cuña en los horizontes subsuperficiales. Los Vertisoles se vuelven muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda. El labrado es muy difícil excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. Con un buen manejo, son suelos muy productivos.

- Litosol: son suelos extremadamente jóvenes y delgados (o con abundantes gravas, es decir muy pedregosos). Pueden considerarse como el primer estadio de formación de un suelo sobre rocas duras. Por tanto se presentan en donde la erosión natural impide que el solum alcance un cierto espesor (vertientes abruptas de las montañas), o en regiones con ciertas pendientes que sufrieron una erosión muy severa de los suelos precedentes, generalmente, por la acción del hombre.

A continuación se puede observar la distribución de unidades edafológicas en la región de Oaxaca en donde se ubicará el Proyecto.

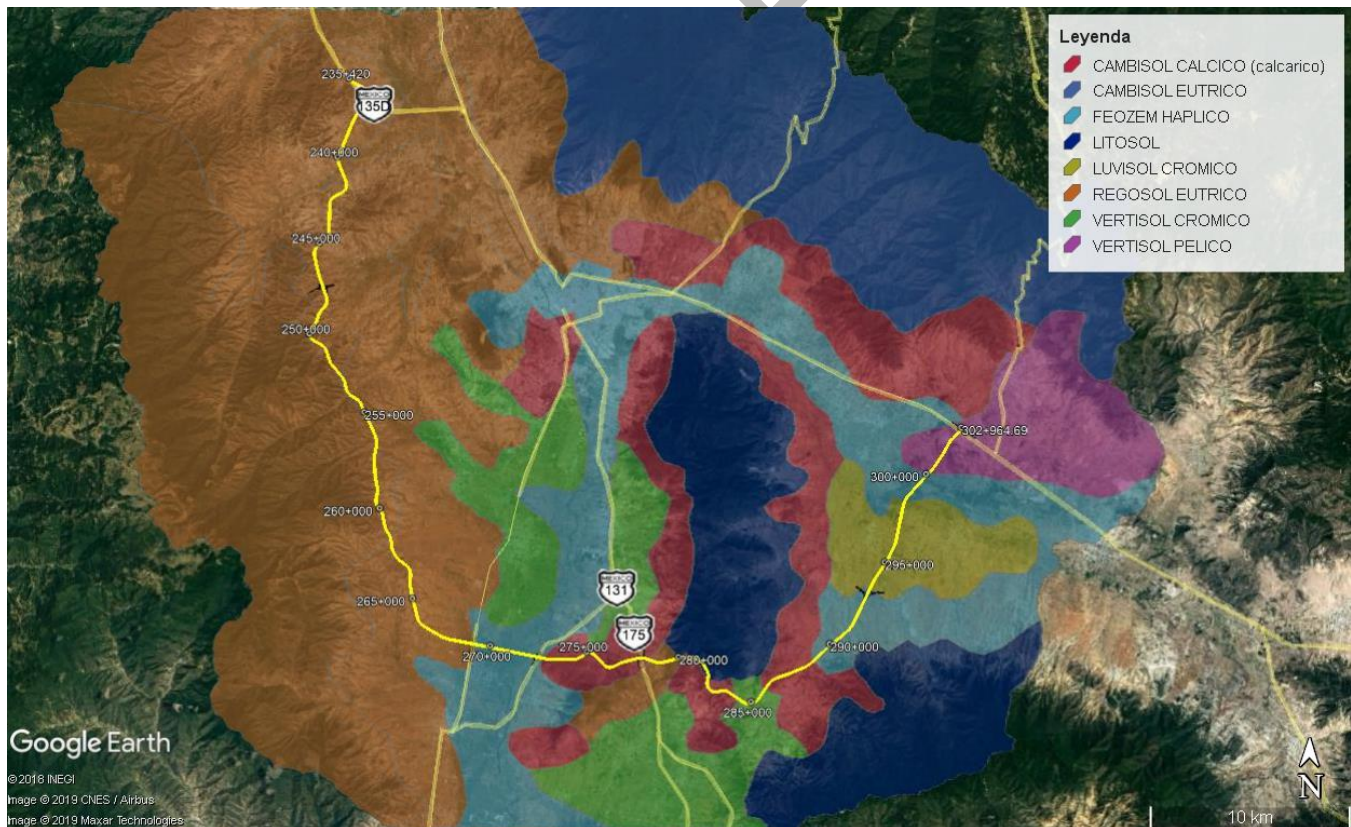


Figura IV. 9. Edafología en la región de Oaxaca en donde se enclavará el Proyecto.



E. Unidad de Paisaje

Esta refiere a una unidad más pequeña de estudio, que considera interacciones ambientales de tipo micro-regional, por lo que además de requerir criterios geomorfológicos y edáficos, requirió de otros criterios asociados que permitieron complementar y delimitar el grado de complejidad ambiental. Dentro de este criterio se incluyen las unidades de Paisaje, los tipos de vegetación así como un análisis sobre microcuencas, al considerar a la microcuenca como la unidad básica de atención para el desarrollo integral y la ejecución de los planes, programas y proyectos dirigidos al sector rural permite lograr un proceso de planeación realmente efectivo al tener un medio agroecológico y social relativamente homogéneo.

Unidades de Paisaje:

Las Unidades de paisaje, se describirán de forma más detallada más adelante en la parte del medio físico, sin embargo, se listan a continuación dichas unidades, destacando que estas son muy relacionadas con las geoformas presentes en la región, pero que sin embargo al filtrar dicha información relacionada con la geología, la edafología y la vegetación presentes, se definen las unidades de paisaje.

- Valle o Planicie Aluvial
- Valle aluvial con procesos de acumulación
- Valle intermontano con moderada erosión
- Valle amplio o planicie aluvial colmatado
- Montaña Bloque
- Premontaña
- Premontaña con elevaciones en bloque
- Premontaña con elevaciones de plegamiento
- Elevaciones bajas y/o lomeríos de plegamiento
- Relieve mesiforme de estructura tabular
- Ladera modelada
- Relieve cárstico denudatorio

A continuación se pueden observar las unidades de paisaje como parte de la geomorfología característica en la región del en donde se ubicará el Proyecto.

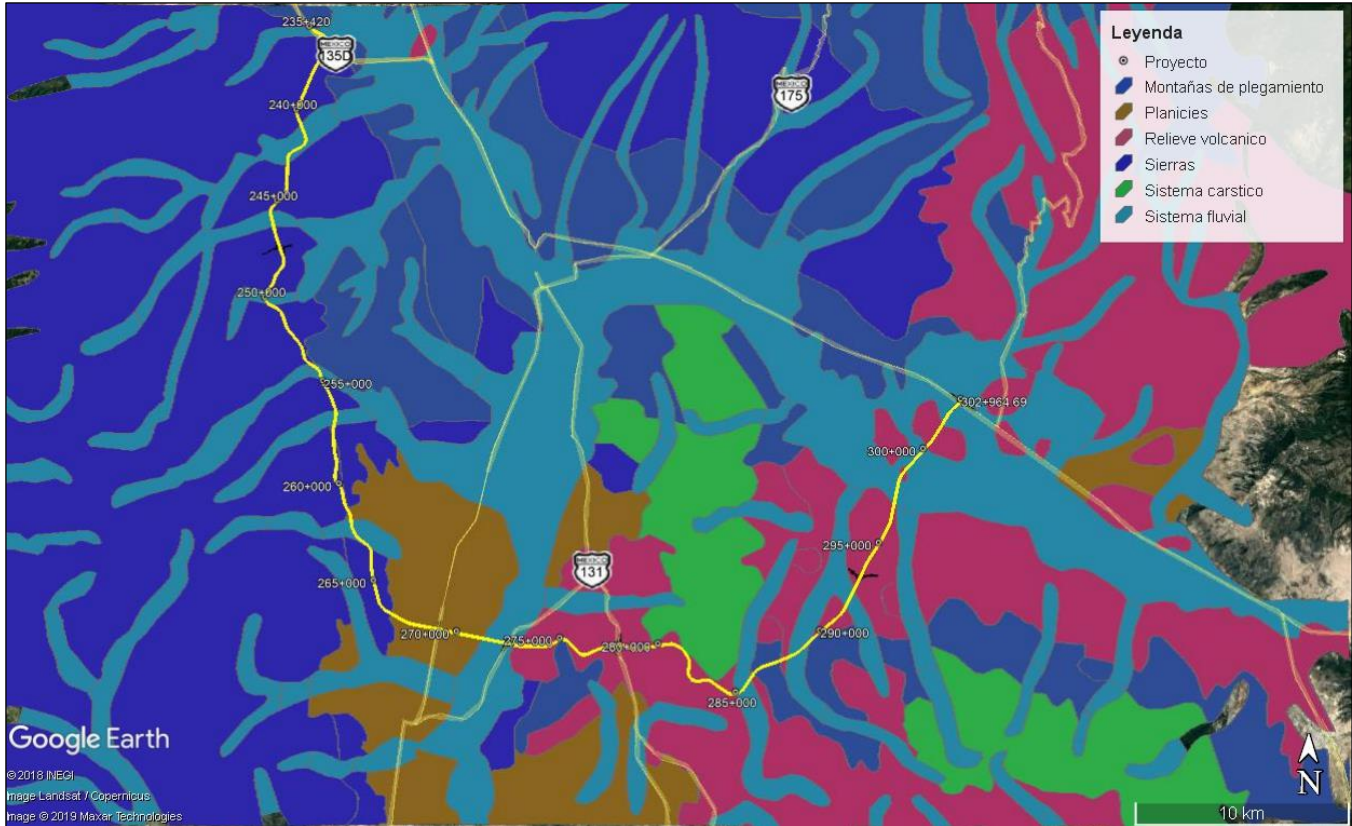


Figura IV. 10. Unidades de Paisaje en la Región central de Oaxaca, en donde se emplazará el Proyecto.

Usos de Suelo y Vegetación:

La vegetación, así como la ocupación del suelo por diversos usos, se tomaron de INEGI (Serie VI), con dichos datos, se puede observar que en la Región hay evidencia de por lo menos 10 tipologías entre vegetación y usos de suelo.

Entre los principales tipos de vegetación y usos de suelo:

Vegetación:

- Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino
- Pastizal inducido
- Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia
- Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino
- Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino-Pino

Usos de Suelo

- Agricultura de Temporal Anual
- Agricultura de Riego Anual Semipermanente
- Agricultura de Riego Anual Permanente
- Agricultura de Riego Anual Semipermanente
- Urbano Construido



Como se evidencia la zona en donde se emplazará el Proyecto ha sido fuertemente impactada por el desarrollo de actividades económicas enfocadas principalmente a la agricultura, no obstante en campo se identificaron relictos de diversos tipos de vegetación hasta el matorral en algunos sitios por donde cruzará el Proyecto, por lo cual los usos de suelo y vegetación se acotan a una descripción más específica según pudo identificarse en los trabajos de campo. Lo anterior también es un indicador de la alta fragmentación de los ecosistemas originales que había en la región.

Los usos de suelo y vegetación identificados en la región del Proyecto pueden identificarse a continuación en la siguiente figura.

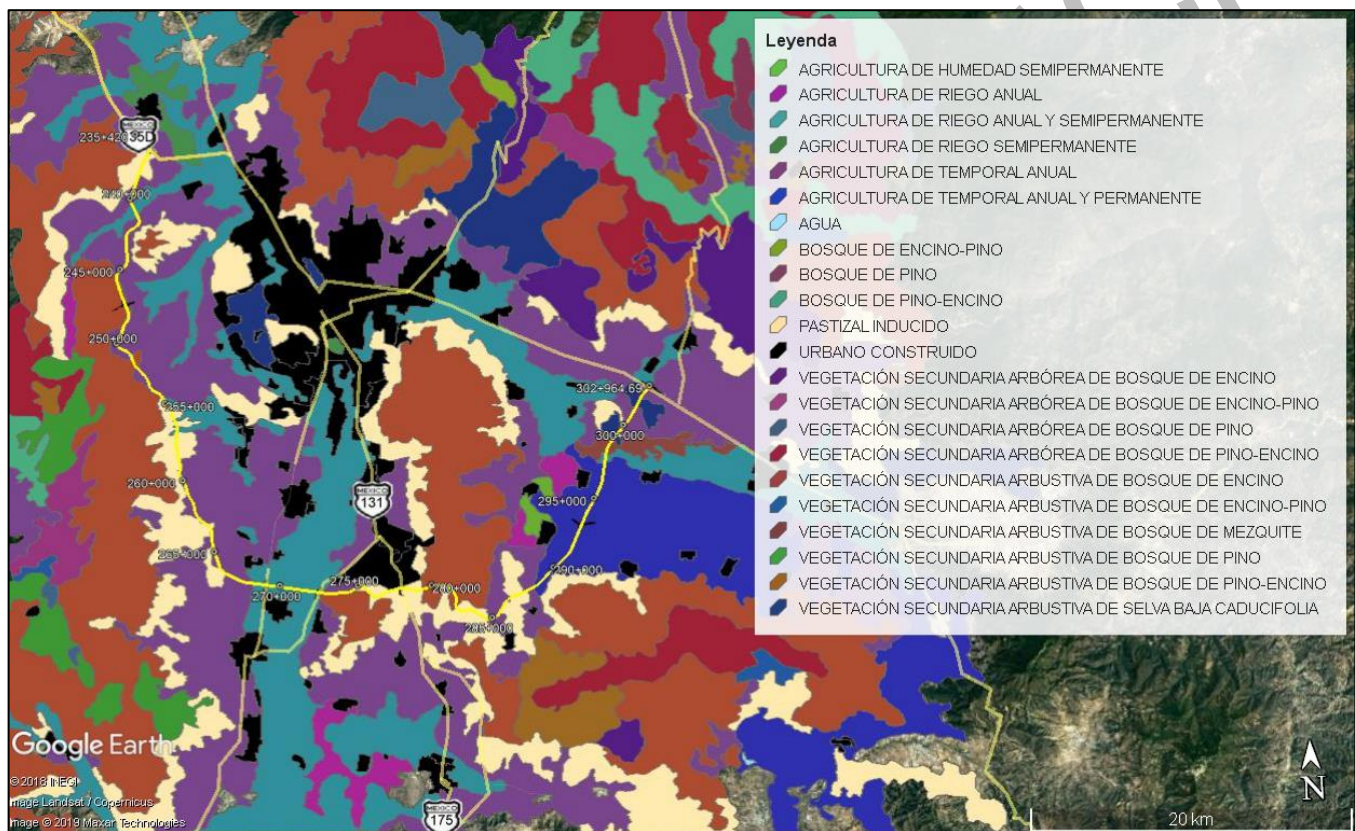


Figura IV. 11. Usos de suelo y tipos de vegetación en la región de Oaxaca en donde se desarrollará el Proyecto.

Microcuencas hidrológicas:

Para este estudio y bajo el esquema de evaluación del impacto ambiental, fue necesario delimitar el área de estudio sobre la base de una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación; considerando al proyecto dentro de un sistema complejo, integrado por diversos factores ambientales ya descritos anteriormente. Sin embargo, resulta muy complejo establecer una superficie de estudio representativa, que permita analizar las características estructurales y funcionales de todos y cada uno de los componentes del Sistema Ambiental Regional en donde el Proyecto puede incidir de manera directa o indirecta.



Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), se utilizó un software para Sistemas de Información Geográfica como herramienta para aplicar el Enfoque de Microcuencas. Este enfoque adquiere gran relevancia debido a que, las microcuencas hidrológicas constituyen divisiones naturales del paisaje, lo que hace de ellas, las unidades territoriales idóneas para la planeación y gestión de los recursos naturales. Por lo que interior de una microcuenca, su funcionamiento ec hidrológico se entiende a partir de las relaciones intrínsecas entre usuarios y territorios, cuenca arriba y cuenca abajo, lo cual es abordado a partir de la delimitación de las zonas funcionales pues constituyen un complejo mosaico de ecosistemas, naturales y manejados, donde se reconocen los vínculos entre los territorios de las zonas altas y bajas, cuyas externalidades, transportadas por los cursos de agua, crean una conexión física entre poblaciones alejadas unas de otras. Sin embargo, la coincidencia entre los parteaguas de las microcuencas y los límites administrativos requiere de un arreglo metodológico mayor, debido a que los territorios de las cuencas otorgan bienes y servicios ambientales invaluable para nuestra existencia como son el suministro de agua dulce, la regulación del caudal de los ríos, el mantenimiento de los regímenes hidrológicos naturales, la regulación de la erosión o la respuesta a eventos naturales extremos, entre otros. En este sentido la microcuenca pudo ser reconocida como la unidad territorial más adecuada para la gestión integrada de los recursos hídricos, entre otras cosas, porque en ella los sistemas físicos y bióticos y el sistema socioeconómico son interdependientes y se encuentran interrelacionados.

En este sentido se analizaron las siguientes microcuencas que son parte del Programa Nacional de Microcuencas, debido a que para su delimitación se utilizaron los criterios antes expuestos.

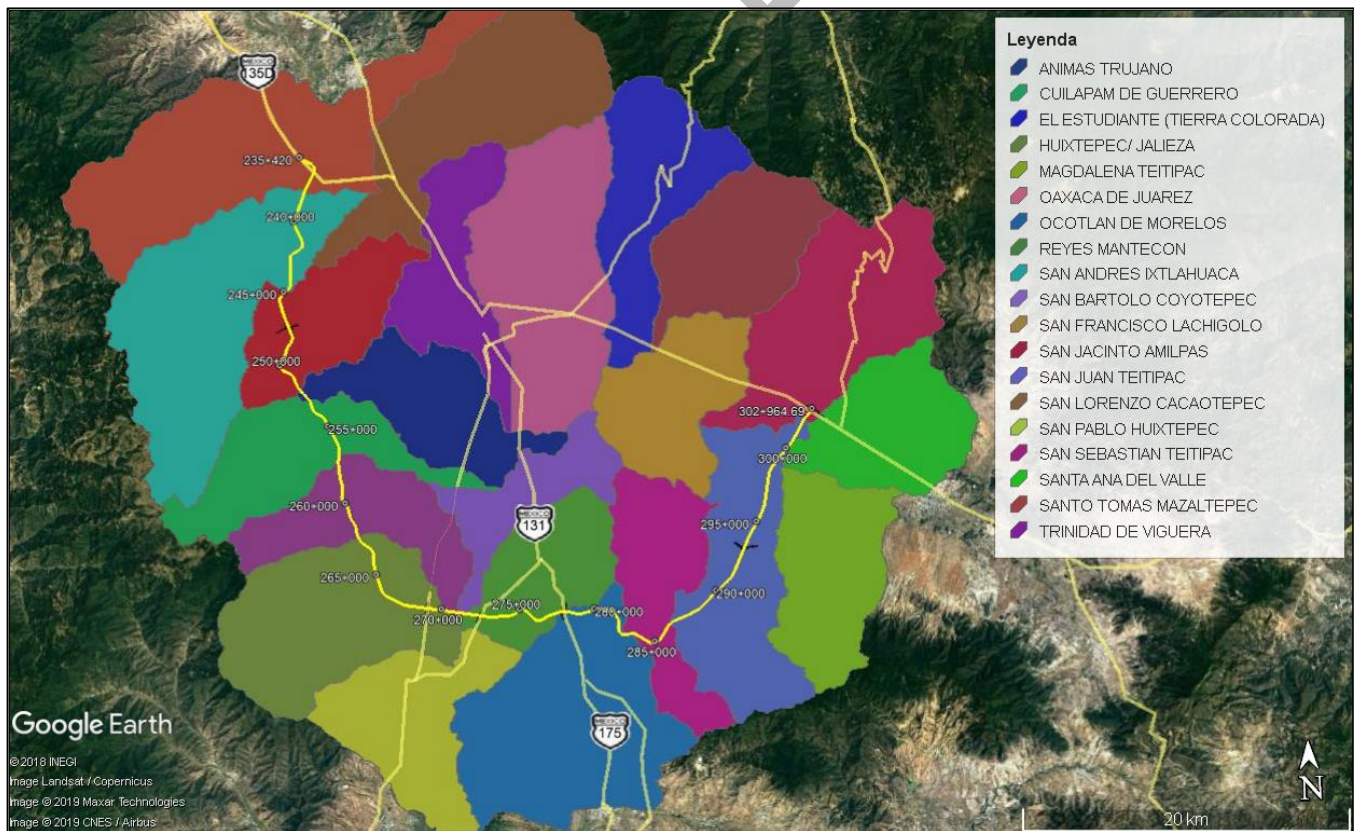


Figura IV. 12. Microcuencas del Programa Nacional de Microcuencas en torno a la región en donde se emplazará el Proyecto.



Debido a que el área de influencia del Proyecto coincide con los límites de algunas microcuencas pertenecientes a la Subcuenca Hidrológica Río Atoyac-Oaxaca de Juárez, se determinó emplear el Enfoque de Cuencas como base para la definición de los límites del Sistema Ambiental Regional. Este enfoque adquiere gran relevancia debido a que, las cuencas hidrológicas constituyen divisiones naturales del paisaje, lo que hace de ellas, las unidades territoriales idóneas para la planeación y gestión de los recursos naturales.

La delimitación de una cuenca se realiza sobre un plano o mapa de curvas de nivel, siguiendo las líneas del parteaguas (puntos de mayor nivel topográfico), que representan una línea imaginaria que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación en cada sistema; este escurrimiento fluye hacia el punto de salida de la cuenca (Villón, 2004).

El procedimiento para rectificar los límites geométricos de las microcuencas se llevó a cabo, tomando en cuenta el Modelo Digital de Elevación (MDE) con una resolución espacial de 15m (INEGI, 2006) y la capa vectorial hidrológica 1:50 000 obtenida del portal de SIATL (INEGI, 2010).

Es necesario mencionar que la planificación del proceso de delimitación de las microcuencas se realizó desde el portal del SIATL y posteriormente, empleando la extensión Hydrology del software ArcGis 10.3 se obtuvo un archivo con los límites precisos de las microcuencas que conforman el Sistema Ambiental Regional. En este sentido, la red hidrográfica sirvió para identificar los escurrimientos dentro de la zona de estudio sobre los cuales el proyecto tiene incidencia y sobre aquellos que podrían incidir en el proyecto y, el MDE para establecer los límites geomorfológicos.

En general el área de estudio se compone por una planicie bordeada por un sistema de piedemontes y por complejos de montañas y lomeríos.

NORESTE: Representa un sistema de montañas tectónicas con pendientes que van desde los 15 a los 60°. Esta unidad se conforma por rocas metamórficas que han sido intemperizadas bajo condiciones climáticas templadas. En este sitio la elevación máxima alcanzada es de aproximadamente 3000 msnm.

CENTRO: Representa un sistema de valles aluviales con pendientes que van de los 0 a los 2°. Formada por rocas sedimentarias, producto del intemperismo y el arrastre de partículas bajo condiciones climáticas semiáridas. En este sitio la elevación máxima alcanzada es de aproximadamente 1700 msnm.

SURESTE: Representa un sistema de montañas volcánicas con pendientes que van desde los 5° a los 45°. Formada por rocas ígneas extrusivas que han sido intemperizadas bajo condiciones climáticas templadas. En este sitio la elevación máxima alcanzada es de aproximadamente 3300 msnm.

OESTE: Representa un sistema de montañas tectónicas con pendientes que van de los 15 a los 60°. Están formadas por rocas sedimentarias que han sido intemperizadas bajo condiciones climáticas semiáridas. En este sitio la elevación máxima alcanzada es de aproximadamente 3300 msnm.



IV.1.1.3 Límites Definitivos del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Como se determinó en el apartado anterior, se usaron distintos niveles de información que permitieron llegar a unidades más homogéneas pero con sus particularidades como las Microcuencas. Finalmente se pudieron establecer los límites del SAR del Proyecto como una gran unidad de estudio que se detallará a lo largo de este Capítulo.

Superficie del SAR

- La superficie final del SAR corresponde a 1,915.4 km²

Las coordenadas extremas en UTM (X y Y) del SAR son las listadas a continuación:

Límite Norte
Límite Oeste
Límite Sur
Límite Este:

Límites del SAR

- Límite Norte: Parte aguas de las Sierra de Juárez (y Sierra Madre del Sur) y Límites del Valle de Etla
- Límite Oeste Parteaguas de la Sierra de Cuatro Venados (perteneciente al Nudo Mixteco)
- Límite Sur: Valle Central entre Zimatlán y Ocotlán de Morelos (Valle Grande)
- Límite Este: Parte del Valle de Tlacolula y algunos lomeríos de la Sierra del Sur.

Asimismo, en la siguiente tabla se resumen los rasgos o capas temáticas analizadas como parte de la delimitación del SAR en su superficie.

Tabla IV. 1 Resumen de los rasgos del SAR analizados.

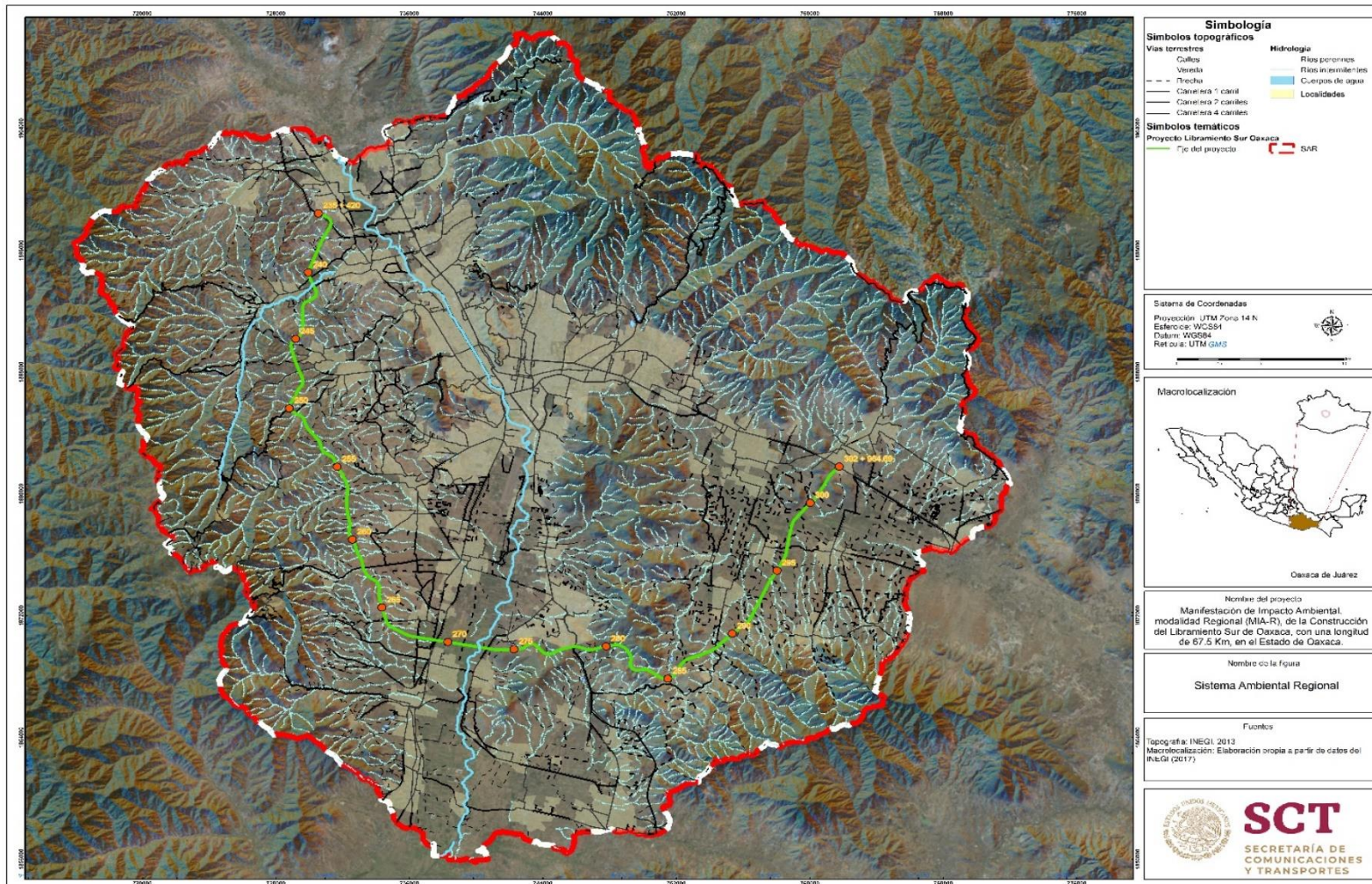
Rasgo o tema del SAR	Superficie del SAR (km ²)	Superficie del SAR (%)
Unidad climática		
Semifrío húmedo	6.95	0.36
Semifrío subhúmedo	16.02	0.84
Templado húmedo	1.59	0.83
Templado subhúmedo	472.27	24.66
Semicálido subhúmedo	584.43	30.51
Semiseco semicálido	834.11	43.55
Unidad geomorfológica		
Montañas tectónicas	957.76	50
Montañas volcánicas	123.12	6.43
Lomeríos tectónicos	16.84	0.88



Rasgo o tema del SAR	Superficie del SAR (km ²)	Superficie del SAR (%)
Piedemontes fluviales	491.91	25.68
Valles aluviales	325.77	17.01
Unidad litológica		
Caliza	115.75	6.04
Cataclasita	131.65	6.87
Conglomerado	14.28	0.75
Gneis	601	31.38
Lutita	17.48	0.91
Lutita-arenisca	294.10	15.35
Volcanoclástico	0.97	0.05
Extrusiva acida	50.39	2.63
Extrusiva básica	119.41	6.23
Intrusiva media	40.30	2.10
Lutita-caliza	530.05	27.67
Unidad edafológica		
Cambisol cálcico	182.28	9.52
Cambisol eútrico	314.54	16.42
Phaeozem háplico	263.84	13.77
Litosol	165.43	8.64
Luvisol crómico	43.75	2.28
Regosol eútrico	737.18	38.49
Vertisol crómico	146.33	7.64
Vertisol pélico	62.04	3.24
Unidad de paisaje		
I. Montañas formadas por rocas ígneas en clima frío.	6.95	0.36
II. Montañas formadas por rocas ígneas en clima templado	118.44	6.18
III. Montañas formadas por rocas sedimentarias en clima templado	53.41	2.79
IV. Montañas formadas por rocas sedimentarias en clima semiseco	159.02	8.30
V. Montañas formadas por rocas metamórficas en clima templado	697.36	36.41
VI. Montañas formadas por rocas metamórficas en clima semiseco	46.06	2.40
VII. Lomeríos formados por rocas ígneas en clima templado	3.50	0.18
VIII. Lomeríos formados por rocas ígneas en clima semiseco	6.54	0.34
IX. Lomeríos formados por rocas sedimentarias en clima semiseco	2.05	0.11
X. Lomeríos formados por rocas metamórficas en clima semiseco	4.55	0.24
XI. Piedemonte formado por rocas ígneas en clima templado	2.16	0.11
XII. Piedemonte formado por rocas ígneas en clima semiseco	3.79	0.20
XIII. Piedemonte formado por rocas sedimentarias en clima templado	24.23	1.26
XIV. Piedemonte formado por rocas sedimentarias en clima semiseco	53.11	2.77
XV. Piedemonte formado por rocas metamórficas en clima templado	116.57	6.09
XVI. Piedemonte formado por rocas metamórficas en clima semiseco	226.92	11.85
XVII. Valle formado por rocas sedimentarias en clima semiseco	25.86	1.35
XVIII. Valle formado por rocas metamórficas en clima templado	30.53	1.59



Rasgo o tema del SAR	Superficie del SAR (km ²)	Superficie del SAR (%)
XIX. Valle formado por rocas metamórficas en clima semiseco	268.50	14.02
Microcuenca		
Santo Tomas Mazaltepec	164.47	8.59
San Lorenzo Cacaotepec	116.52	6.08
El estudiante (tierra colorada)	79.49	4.15
Oaxaca de Juárez	122.90	6.42
Trinidad de Viguera	62.41	3.26
20-082-04-003	72.03	3.76
San Andrés Ixtlahuaca	136.97	7.15
20-082-04-005	106.82	5.58
San Jacinto Amilpas	62.74	3.28
San Francisco Lachigolo	68.45	3.57
Animas Trujano	68.51	3.58
Santa Ana del Valle	69.45	3.63
Cuilapam de Guerrero	71.04	3.71
San Bartolo Coyotepec	44.16	2.31
San Juan Teitipac	92.18	4.81
20-082-07-004	61.86	3.23
San Sebastián Teitipac	64.82	3.38
Magdalena Teitipac	73.68	3.85
Reyes Mantecon	56.40	2.94
Huixtepec/ Jalieza	105.13	5.49
Ocotlan de Morelos	137.07	7.16
san pablo huixtepec	78.30	4.09
Uso de Suelo y Vegetación		
Agricultura de humedad	358.625647	0.18723286
Agricultura de riego	26239.61863	13.6992961
Agricultura de temporal	49823.26722	26.0119517
Asentamientos humanos	17108.53545	8.93209984
Bosque de encino	43507.32959	22.714499
Bosque de encino-pino	1934.529391	1.00998766
Bosque de mezquite	803.0461248	0.41925787
Bosque de pino	4846.744903	2.53041001
Bosque de pino-encino	21306.04106	11.1235521
Bosque encino-pino	1602.87056	0.83683375
Cuerpo de agua	10.18321799	0.0053165
Pastizal inducido	18315.33164	9.56214933
Selva baja caducifolia	5683.780495	2.96741325



Mapa IV. 1 Límites del SAR del Proyecto Libramiento Sur de Oaxaca.

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

La caracterización de la región del Proyecto se realizará de lo más general o a nivel macro, hasta un nivel más particular que únicamente considerará el Área del Proyecto (o AP de aquí en adelante).

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

IV.2.2 MEDIO ABIÓTICO

IV.2.2.1 Clima y Fenómenos Meteorológicos

CLIMA

El clima, es el estado típico de la atmósfera en un lugar y tiempo determinados, es decir, la dinámica habitual del tiempo en una región y una expresión de la interacción de todos los elementos meteorológicos. Presenta una connotación espacial y una temporal: la primera, hace referencia a las condiciones atmosféricas obtenidas como promedio de muchas observaciones realizadas en un periodo extenso de tiempo, tomando en cuenta los valores extremos y la intensidad, periodicidad y frecuencia de estos; y la segunda, se refiere a la variabilidad en el sentido vertical y horizontal (Heuveldop et al, 1986; Rodríguez-Jiménez et al, 2004; Zúñiga-López y Crespo-del Arco, 2010).

En el SAR o área de estudio, las condiciones de temperatura, precipitación y humedad condicionadas por el relieve y la posición geográfica han dado origen a 2 grandes zonas hidroclimáticas. La primera, de climas semiáridos [BS1hw(w)], se emplaza sobre la porción centro-Sureste, ocupando el 43.55% de la superficie total; mientras que, la segunda, de climas templados, se subdivide en 5 subgrupos, que se distribuyen en el 56.45% restante: semifríos húmedos [C(E)(m)] y templados húmedos [C(wo)(w)] al Este, semifríos subhúmedos [C(E)(w2)(w)] al Norte, templados húmedos [C(wo)(w), C(w1)(w) y C(w2)(w)] en el Noreste, Sureste y Suroeste, y semicálidos [(A)c(w0)(w)] en el Centro-Noroeste.

De estos, únicamente los climas semicálidos subhúmedos [(A)C(w0)(w)] y semisecos semicálidos [BS1hw(w)] se localizan en el área del proyecto (AP). Los semicálidos subhúmedos, se distribuyen en el 45.2% desde el centro hacia la porción Oeste del AP; mientras que, los semisecos semicálidos, se emplazan en el 54.8% desde el centro hacia la porción Este del AP.

Características de cada tipo de clima

- **C(E)(m)**: semifrío, húmedo, TA entre 5°C y 12°C, TF entre -3 y 18°C, TC bajo 22°C. PS menor de 40 mm, LV y LI entre 5 y 10.2% del total anual.

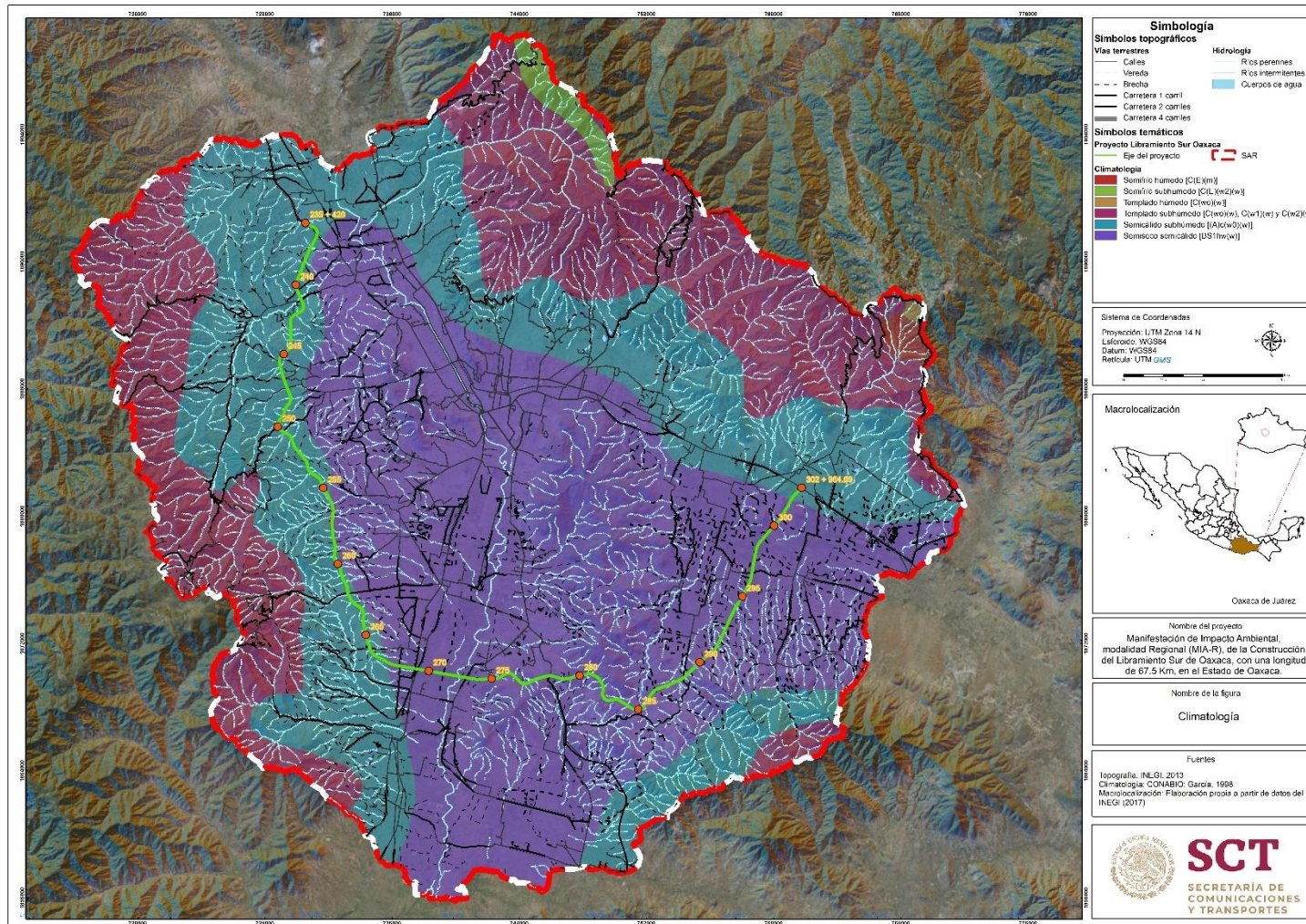


- **C(E)(w2)(w)**: semifrío, subhúmedo, TA entre 5°C y 12°C, TF entre -3°C y 18°C, TC bajo 22°C. PS menor de 40 mm, LV y LI entre 5 y 10.2% del total anual.
- **C(m)(w)**: templado, húmedo, TA entre 12°C y 18°C, TF entre -3°C y 18°C, TC menor a 22°C. PS menor de 40 mm, LV y LI del 5% al 10.2% del total anual.
- **C(wo)(w)**: templado, subhúmedo, TA entre 12°C y 18°C, TF entre -3 y 18°C, TC bajo 22°C. PS menor de 40 mm, LV con índice PT menor de 43.2 y LI del 5 al 10.2% del total anual.
- **C(w1)(w)**: templado, subhúmedo, TA entre 12°C y 18°C, TF entre -3°C y 18°C, TF bajo 22°C. PS menor de 40 mm, LV con índice entre 43.2 y 55 y LI del 5% al 10.2% del total anual.
- **C(w2)(w)**: templado, subhúmedo, TA entre 12°C y 18°C, TF entre -3°C y 18°C y TC bajo 22°C. PS menor de 40 mm, LV con índice PT mayor de 55 y LI del 5% al 10.2% del total anual.
- **(A)c(w0)(w)**: semicálido (grupo C), subhúmedo, TA mayor de 18°C, TF menor de 18°C, TC mayor de 22°C. PS menor de 40 mm, LV con índice P/T menor de 43.3 y LI del 5 al 10.2% del total anual.
- **BS1hw(w)**: semiárido, semicálido, TA mayor de 18°C, TF menor de 18°C, TC mayor de 22°C. LV y LI del 5 al 10.2% del total anual.

En los estudios ambientales, la importancia de analizar este elemento radica en su acción decisiva en la modelación morfológica, la formación del suelo y el emplazamiento de la vegetación. En el primer caso, el clima determina la importancia y las características de los agentes erosivos, tanto en la meteorización como en el transporte, y también influye en las características de la sedimentación; en el segundo, regula la velocidad de los procesos edáficos y la cantidad de materia orgánica, arcilla y otros minerales; y en el tercero, establece umbrales que determinan la cantidad, tipo y distribución temporal de la vegetación y favorece el desarrollo arbóreo y la dispersión de semillas (Tricart & Cailleux, 1965; Wilson, 1968; Senciales, 1999; Emck et al., 2006; Alcaraz-Ariza, 2012; Badía et al., 2013).

Tabla IV. 2. Superficie ocupada por unidad climática.

Unidad	Área del SAR (km ²)	Área del SAR (%)	Área del AP (km ²)	Área del AP (%)
Semifrío húmedo	6.95	0.36	0	0
Semifrío subhúmedo	16.02	0.84	0	0
Templado húmedo	1.59	0.83	0	0
Templado subhúmedo	472.27	24.66	0	0
Semicálido subhúmedo	584.43	30.51	1.86	45.2
Semiseco semicálido	834.11	43.55	2.26	54.8



Mapa IV. 2. Tipos de clima en el SAR y el AP.



FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y GEOLÓGICOS

En el Sistema Ambiental Regional el origen de los peligros es de dos tipos: hidrometeorológico y geológico. El fenómeno hidrometeorológico más recurrente son las lluvias intensas, las cuales provocan inundaciones en las zonas planas; el fenómeno geológico de mayor ocurrencia son los sismos; y por la interacción de estos, también ocurren los procesos de remoción en masa.

Inundaciones

Las inundaciones son eventos que, debido a la precipitación, oleaje, mareas de tormenta o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre de agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay. Es decir, el aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce; entendiendo que, nivel "normal" es aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños al ser humano (OMM/UNESCO, 1974; CENAPRED, 2004).

Por su parte, el peligro por inundaciones hace referencia a la probabilidad de ocurrencia de este tipo de eventos en lugar y tiempo determinados con una magnitud y periodos de retorno definidos. Estos eventos están condicionados por variables topográficas (geomorfología, pendiente y altitud), hidroclimáticas (precipitación y densidad de drenaje) y edafobiógenas (edafología y usos de suelo y/o vegetación) (Moguel *et al.*, 2010; Escuder *et al.*, 2010; Ballesteros, 2017; Qalytec Consultores, 2018).

En el caso particular del Sistema Ambiental Regional del Libramiento Sur Oaxaca, de acuerdo con los datos del CENAPRED, el peligro de inundaciones es alto en la porción Central. Esto se debe a que a esta zona se caracteriza por presentar superficies esculturales muy ligeramente inclinadas o planas, en las que ocurre la descarga de una gran cantidad de ríos perennes e intermitentes.

Sismos

Un sismo o terremoto, es un fenómeno de sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre producida por la liberación de la energía acumulada en forma de ondas sísmicas. Los más comunes se producen por actividad de fallas geológicas, aunque también pueden ocurrir por fricción en el borde de placas tectónicas, procesos volcánicos, etc.

Por su parte el peligro sísmico, es la probabilidad de ocurrencia de sismos en un lugar y tiempo determinados con una magnitud definida. La intensidad de estos eventos depende de factores como la geomorfología, el tipo de material litológico, el tipo de suelo y la proximidad a zonas de actividad sísmica recurrente (fallas).

En el caso particular del Sistema Ambiental Regional del Libramiento Sur Oaxaca, de acuerdo con los datos del CENAPRED, el peligro por sismicidad es alto. Esto se debe a que el estado de Oaxaca es una zona sísmica en la que interactúan 3 sistemas de rompimiento o dislocación (fallas laterales, normales e inversas) y 2 placas tectónicas (Placa Norteamericana y Placa de Cocos), aunado a la constitución litológica del estado.

Procesos de remoción en masa



Los procesos de remoción en masa definen a los deslizamientos de parte del material superficial de la corteza terrestre (rocas, arenas, suelos, etc.) ladera abajo, por acción de la gravedad. Los procesos de remoción en masa se deben a la inestabilidad de laderas, la cual está determinada, tanto en su origen como en su desarrollo, por diferentes mecanismos. Estos mecanismos sirven a su vez para clasificar los tipos de procesos de ladera existentes. De tal modo que se agrupan en cuatro categorías principales y una derivada de la combinación de estas. Los mecanismos básicos de inestabilidad son los caídos o derrumbes, flujos, deslizamientos y las expansiones o desplazamientos laterales. Cuando el mecanismo inicial de un movimiento se transforma en otro(s), se dice que es un movimiento complejo.

En el caso particular del Sistema Ambiental Regional, los procesos de remoción en masa ocurren principalmente en las laderas de montañas que presentan pendientes superiores a 30°, rocas no consolidadas, suelos someros o poco desarrollados y altos niveles de precipitación y escorrentía, aunados en muchos casos, a la presencia de factores erosivos, como los surcos y las cárcavas, los cuales intensifican este fenómeno

IV.2.2.2 Geomorfología y Geología

GEOMORFOLOGÍA

El relieve es la configuración de la superficie terrestre, en la que están presentes las diferencias de altura, pendiente, volumen y muy especialmente la forma (Errazuris et al., 1998). Esto, como resultado de un proceso de construcción y destrucción en donde intervienen procesos endógenos como el vulcanismo y el tectonismo, y exógenos como el intemperismo, la erosión y los movimientos en masa (Errazuris et al., 1998; Del campo et al., 2004).

En el SAR o área de estudio los procesos endógenos y exógenos han dado origen a una gran diversidad geomorfológica, caracterizada por la presencia de distintos ambientes morfogenéticos, diferencias amplitudinales y una amplia riqueza fisonómica. De tal forma, que se distinguen: complejo de montañas volcánicas en las zonas Este y Sureste; complejo de montañas tectónicas en el Centro-Noreste y Centro Sureste; complejo de lomeríos tectónicos en el Sur y Este; y piedemontes fluviales y valles aluviales al Centro.

En el caso particular del área del Proyecto (AP), las unidades geomorfológicas más abundante son las montañas tectónicas, las cuales se localizan en el 45.97% del AP sobre la porción Centro-Noroeste; seguidas de los piedemontes fluviales emplazados en el 25.52% en pequeñas porciones sobre casi todo el AP; las montañas volcánicas con 13.42% al Este del AP; los valles aluviales en el 11.42% sobre el Centro y el Este del AP; y los lomeríos tectónicos, los cuales con el 3.63% de ocupación, constituyen la unidad geomorfológica menos dominante.

Características de las unidades geomorfológicas

Complejo de montañas tectónicas. Son montañas de ligera (DV=100-250 m/km²) a mediana disección (DV=250-500 m/km²) con pendientes medianamente inclinadas a abruptas (15°-60°) sujetas a procesos denudativos, erosivos y gravitacionales.

Complejo de montañas volcánicas. Son montañas de mediana disección (DV=250-500 m/km²) con superficies ligera a muy fuertemente inclinadas (5°-45°) sujetas a procesos denudativos y erosivos.

Complejo de lomeríos tectónicos: son lomeríos de ligera (DV=40-60 m/km²) a mediana disección con superficies ligera a fuertemente inclinadas (5°-20°), sujetos a procesos denudativos y acumulativos.

Complejo de piedemontes fluviales: son rampas de piedemonte muy ligera a ligeramente inclinadas (1°-5°) sujetas a procesos acumulativos.

Complejo de valles aluviales: son superficies planas a muy ligeramente inclinadas (0°-2°) sujetas a procesos acumulativos. El análisis de este elemento es primordial en los estudios ambientales, porque influye sobre el clima, la vegetación y el suelo. La altitud, condiciona la temperatura y la ordenación de las formaciones vegetales en pisos; la rugosidad y la pendiente, regulan la distribución del agua y por lo tanto la erosión hídrica, lo que provoca las diferencias en el desarrollo del perfil; y la orientación de las laderas, genera diferencias de temperatura y humedad entre la zona de solana y la de umbría, lo que provoca un desigual desarrollo de la vegetación y diferencias en el contenido de materia orgánica en el suelo.

Tabla IV. 3. Superficie ocupada por unidad geomorfológica en el SAR y el AP.

Unidad	Área del SAR (km ²)	Área del SAR (%)	Área del AP (km ²)	Área del AP (%)
Montañas tectónicas	957.76	50	1.90	45.97
Montañas volcánicas	123.12	6.43	0.56	13.46
Lomeríos tectónicos	16.84	0.88	0.15	3.62
Piedemontes fluviales	491.91	25.68	1.05	25.52
Valles aluviales	325.77	17.01	0.47	11.42

En el Mapa IV.3 se puede observar la geomorfología del SAR del Proyecto y del AP.

GEOLOGÍA

El aspecto geológico tiene 2 componentes, el litológico y el estructural. El primero, hace referencia a las formaciones geológicas y al tipo de rocas aflorantes en un determinado sitio, los cuales son fundamentales para entender el relieve, ya que, dependiendo de la naturaleza de las rocas, este se comportará de una manera concreta ante los empujes tectónicos y los agentes de erosión y transporte; mientras que, el segundo, describe la existencia de fallas, fracturas, sinclinales, anticlinales, rumbos, echados, foliaciones, bancos de rocas y depósitos minerales.

El análisis de este elemento, como parte de los estudios ambientales, es primordial, ya que, tiene gran influencia en los tipos de vegetación y suelos que se originen en un determinado sitio. En el primer caso, funciona como el medio en el que se establece la vegetación pionera y como la fuente de nutrientes para el desarrollo de esta; mientras que, en el segundo, influye en la fertilidad de los suelos al ser la principal fuente de nutrientes y minerales y, también define el color, la composición, la textura y la estructura de estos.



En el SAR o área de estudio, este elemento se encuentra altamente influenciado por procesos volcánicos y tectónicos, los cuales han propiciado la existencia de una amplia variedad litológica (rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas) y de elementos estructurales.

ESTRATIGRAFÍA

Sierra Madre del Sur. El magmatismo miocénico de la Sierra Madre del Sur, está representado por las secuencias vulcanosedimentarias de las formaciones Laollaga y Suchilquitongo y por afloraciones volcánicas independientes de toba andesítica-andesita-dacita (TomTA-A), pórfidos dacíticos-andesíticos (TmPDa-PA), granito-granodiorita (TmGr-Gd) y toba riolítica-riolita (TmTR-R), así como por un intrusivo granítico-granodiorítico (TmGR-Gd).

Terreno Zapoteco. El Terreno Zapoteco es considerado un fragmento de corteza continental, constituido por rocas ígneo-metamórficas del Proterozoico Medio; representado por el Complejo Oaxaqueño. Estas unidades se encuentran cubiertas parcialmente por rocas de las cuencas Tlaxiaco (Formación San Isidro) y Oaxaca (Formación Jaltepetongo) (Ortega-Gutiérrez, 1984; Sánchez-Zavala, 2008; Hernández-Santana, et al., 2009; Jiménez-Hernández & Mendoza-Torres, 2009).

- Complejo Oaxaqueño [PTmGn]. Secuencia de paragneis, charnoquita, migmatita y milonita con diques de pegmatita, anfibolita, sienita y mármol cipolino (pTmMa); de edad Pérmico Triásico, intrusionadas por el metagranito de edad Permo-Triásico (PpTRMGr). La cobertura de este complejo está dada por la Formación Tinú,

Terreno Cuicateco. El Terreno Cuicateco es una franja con orientación Noroeste-Sureste, formada por rocas vulcanosedimentarias con metamorfismo de bajo grado que han sido consideradas hasta ahora como del Jurásico-Cretácico; representado por el Complejo Milonítico Aloapan. Estas unidades están cubiertas por las formaciones Jaltepetongo y Yuste (Carfantan, 1983; Campa & Coney, 1983; Delgado-Argote, 1988, Barboza-Gudiño, 1994; Ángeles-Moreno, 2006).

- Complejo Milonítico Aloapan [Jm(?)CMi]. Secuencia de rocas de metamorfismo cataclástico de cizalla que consta de protomilonitas, milonitas, ultramilonitas, ultramilonitas y cataclástitas; de edad Jurásico Medio. Estas rocas, están compuestas por gneis, esquistos, cuarzo feldespático, rocas graníticas, básicas y ultrabásicas.

Terreno Maya. El Terreno Maya, presenta un basamento definido como Complejo Metamórfico Sierra de Juárez. Está constituido por rocas sedimentarias de las cuencas Oaxaca (formaciones Jaltepetongo y Yushé) y Zongolica (formaciones Todos Santos y San Pedro), rocas terciarias (formaciones Tamazulapan, Laollaga y Suchilquitongo) y conglomerados-arena (piedemonte) y aluviones (valle) del Cuaternario.

- Complejo Metamórfico Sierra de Juárez [PcPp(?)C-E]. Secuencia metamórfica de cuarcitas y esquistos, de edad Carbonífero-Pérmico, que se encuentra cubierta por unidades de la cuenca Zongolica (Formación Todos Santos).

Características de las formaciones geológicas

1. Formación Todos Santos [JmLm-Ar]. Unidad del Jurásico Medio, constituida por limolitas, areniscas y en menor proporción paquetes de conglomerados polimícticos.



2. Formación San Pedro [JsCz-Do). Unidad del Jurásico Superior, constituida por estratos gruesos de caliza y dolomía, depositados en una plataforma somera.
3. Formación Jaltepetongo [KnapAr-Lu]. Unidad del Necomiano-Aptiano, constituida por una intercalación de niveles de arenisca, lutita, conglomerado y caliza hacia la base, con variaciones de caliza hacia la cima.
4. Formación Yushé [KaceCz). Unidad del Albiano-Cenomaniano, constituida principalmente de caliza con nódulos y bandas de pedernal.
5. Formación Yuste (KaceCz-Do). Unidad del Albiano-Cenomaniano, constituida por calizas y dolomías con nódulos y lentes de pedernal.
6. Formación San Isidro (KbeapAr-Cz). Unidad del Berriasiano-Aptiano, constituida por areniscas, calizas y lutitas.
7. Formación Tamazulapan [TpaeCgp-Ar]. Unidad del Terciario-Paleógeno, constituida por conglomerado polimíctico y arenisca.
8. Formación Laollaga [TmTA-A]. Unidad del Terciario-Neógeno, constituida por derrames y tobas de composición andesítica.
9. Formación Suchilquitongo [TmTR-Cz]. Unidad del Terciario-Paleógeno, constituida por ignimbrita, conglomerado polimíctico, toba andesítica, toba riolítica, arenisca y caliza lacustre, asociados al régimen tectónico distensivo mediante erupciones ocurridas a través de fisuras.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las rocas que afloran en el área de estudio presentan evidencias de eventos de deformación intensa en los regímenes: dúctil, dúctil-frágil y frágil.

La deformación dúctil se desarrolla en unidades litológicas que se caracterizan por presentar superficies de estructura fluidal, producto del metamorfismo cataclástico que aparece cerca de las zonas de contacto tectónico milonitizando a las rocas preexistente. En este régimen destacan los procesos de foliación y milonitización: la primera, ocurre en el Complejo Oaxaqueño y en el Complejo Metamórfico Sierra de Juárez; y la segunda, en el Complejo Milonítico Aloapan y algunas zonas del Complejo Oaxaqueño (San Juan, San Pablo y Jalapa).

La deformación dúctil-frágil de manifiesta en rocas mesozoicas, en donde se observa plegamiento intenso con desarrollo de antiformal inclinadas (plegues de rodilla), similares o anisopacos. Este proceso ocurre en las rocas de la Formación Jaltepetongo.

Mientras que, el régimen frágil, está representado por fallas laterales y normales. Entre las fallas normales, se encuentran: Las Palmas, La Nevería I, Oaxaca, Rojas de Cuauhtémoc, Río Grande, Santa María Yavesía, Cajonos I, Cerro Calaveras y El Carrizal. Y, entre las fallas laterales: Cara de León I y II, Daniez y Yavesía, Santiago Ixtaltepec, Teotitlán del Valle II, Arroyo Seco, La Ferrería I y II y Cajonos II. El Sistema principal tiene una orientación general NW-SE; registrado en las unidades del Mesozoico y el terciario.

Tabla IV. 4. Superficie ocupada por unidad litológica en el SAR y el AP.

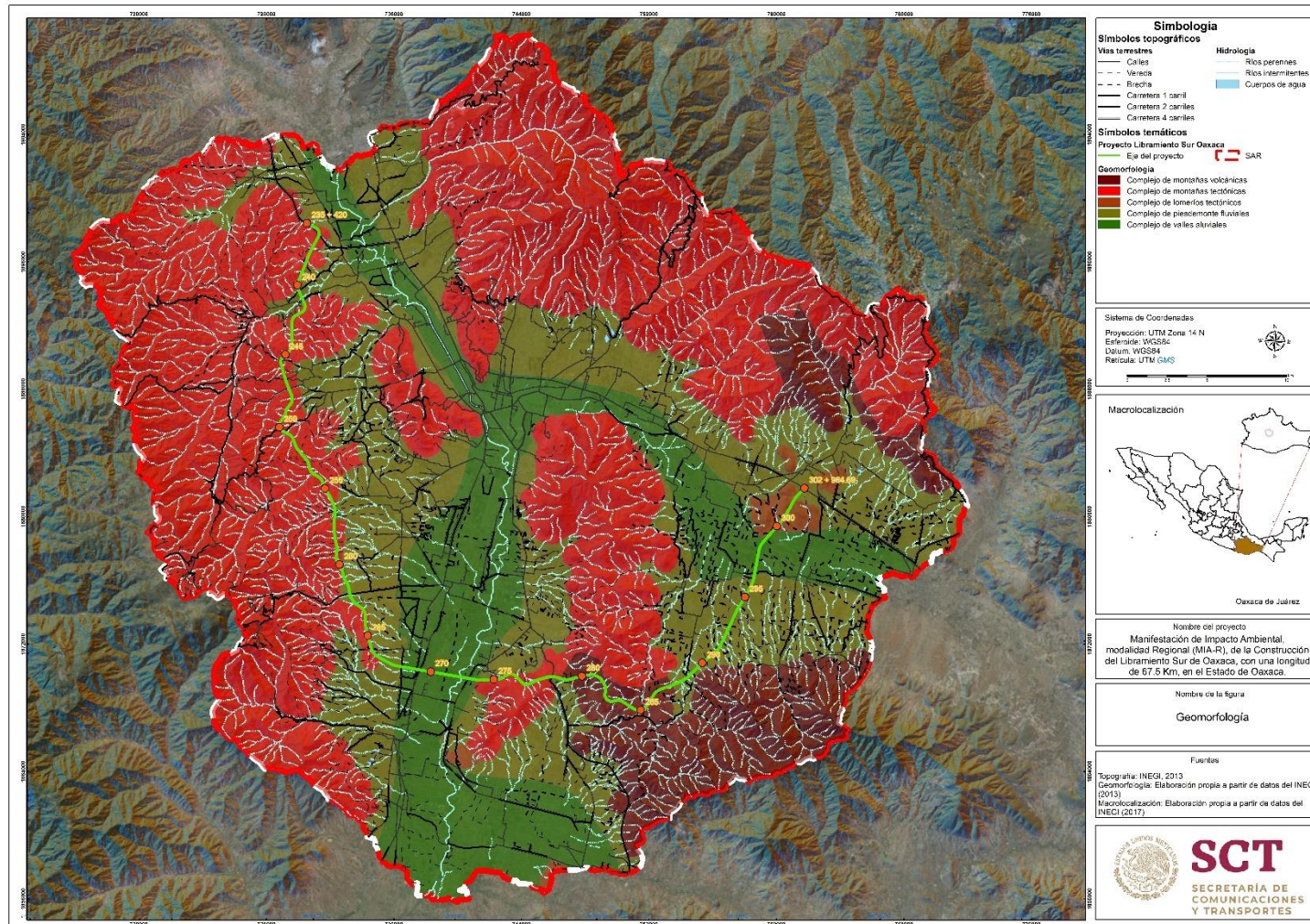
Unidad	Área del SAR (km ²)	Área del SAR (%)	Área del AP (km ²)	Área del AP (%)
Caliza	115.75	6.04	0	0
Cataclasita	131.65	6.87	0	0
Conglomerado	14.28	0.75	0	0



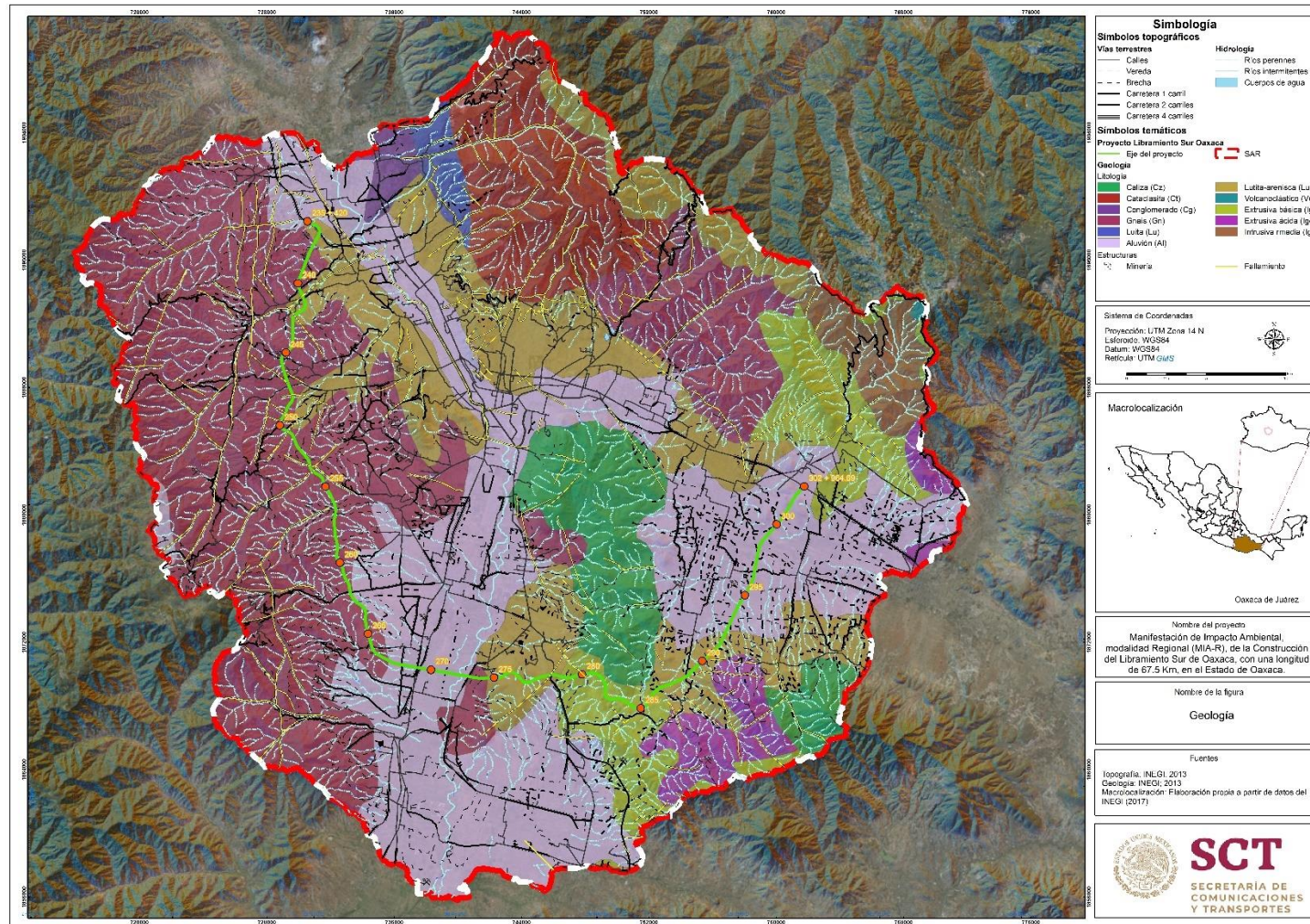
Unidad	Área del SAR (km ²)	Área del SAR (%)	Área del AP (km ²)	Área del AP (%)
Gneis	601	31.38	1.77	43
Lutita	17.48	0.91	0	0
Lutita-arenisca	294.10	15.35	0.88	21.34
Volcanoclástico	0.97	0.05	0	0
Extrusiva acida	50.39	2.63	0	0
Extrusiva básica	119.41	6.23	0.52	12.55
Intrusiva media	40.30	2.10	0	0
Aluvión	530.05	27.67	0.95	23.10

En el Mapa IV.4 se puede observar la geología del SAR del Proyecto y del AP.

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 3. Tipos de geofoma en el SAR y el AP.



Mapa IV. 4. Tipos de roca en el SAR y el AP.



IV.2.2.3 Edafología

El suelo es un compuesto de minerales, agua, gases y materia orgánica, derivados de la combinación de elementos bióticos y abióticos. Este recurso natural no renovable es de gran importancia en los estudios ambientales, ya que entre sus funciones se encuentran: la regulación del clima y las inundaciones, la producción de alimentos y biomasa, el reciclaje de nutrientes, el sostenimiento de la biodiversidad, la retención de carbono, la purificación del agua y la reducción de contaminantes. Asimismo, juega un papel primordial en la regulación del ciclo hídrico, la degradación de contaminantes y el sostenimiento de actividades y construcciones humanas (Dobrovolsky & Nikitin, 1986,1990; FAO, 2015; Marañón & Madejón, 2016; Brady & Weil, 2017).

En el SAR o área de estudio la complejidad geomorfológica, representada por relieves tectónicos, volcánicos, fluviales y aluviales; la pluralidad geológica, conformada por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas; la variedad de climas, desde semisecos a templados, semifríos y fríos; y la diversidad de vegetación de bosques y selvas; han dado origen a 3 grandes grupos de suelos: suelos someros o poco desarrollados, suelos ricos en arcillas y suelos ricos en materia orgánica.

En el primer grupo, se encuentran los Litosoles, Regosoles y Cambisoles. Estos suelos se desarrollan en pendientes moderadas a fuertes de montañas y lomeríos en todas las zonas climáticas (sin permafrost). Comúnmente presentan alta vulnerabilidad a procesos erosivos debido, principalmente, a la apertura de camino y el uso para pastoreo; por esta razón, deberán plantearse acciones de rescate, conservación y estabilización en la superficie afectada, con el fin de minimizar los impactos del proyecto.

En el caso particular del área del proyecto (AP), las unidades edafológicas más abundante son los Regosoles, los cuales se localizan en el 52.73% del AP sobre la porción Centro-Noroeste; seguidas de los Cambisoles emplazados en el 17.07% en el Centro del AP; los Phaeozems en el 14.36% en pequeñas porciones al Centro-Este del AP; los Luvisoles en el 6.96% sobre el Este del AP; los Vertisoles en el 6.86% en pequeñas porciones al Este del AP; y finalmente los litosoles, los cuales con el 2% de ocupación, constituyen la unidad edafológica menos dominante en el AP.

Características de las unidades edafológicas

LITOSOLES (I). Son suelos son muy pedregosos o extremadamente gravillosos y se desarrollan sobre roca continua de materiales geológicos relativamente recientes, la cual es evidente en o muy cerca de la superficie. En las zonas forestales, presentan un nivel de degradación bajo-medio y su afectación se debe principalmente a la apertura de caminos y al pastoreo.

Los litosoles se distribuyen en la porción centro-Sureste del SAR, en aproximadamente 1380 m lineales del proyecto.

REGOSOLES (R). Son suelos minerales muy débilmente desarrollados (escasa diferenciación del perfil) en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas, arenas o materiales flúvicos, no presentan estructura, su textura es variable y el contenido de materia orgánica es bajo.

Regosoles eútricos (Re): tienen una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo. Se localizan entre la zona centro-Oeste del área de estudio, en aproximadamente 35290 m lineales del proyecto.



CAMBISOLES (B). Son suelos con por lo menos un principio de diferenciación de evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o de carbonato. Se caracterizan por una meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe.

Cambisoles cálcicos (Bk): presentan un horizonte cálcico que comienza a ≤ 100 cm de la superficie del suelo. Se ubican en el 9.51% sobre el sector Centro-Este del SAR y abarcan 11530 m lineales del proyecto.

Cambisoles eútricos (Be): tienen una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo. Se emplazan en el 16.42% sobre la parte Noreste del área de estudio.

En el segundo grupo, se ubican los Luvisoles y Vertisoles. Estos suelos se desarrollan en áreas llanas, onduladas o suavemente inclinadas en climas templados frescos y cálidos con estación húmeda y seca marcadas. Generalmente, presentan procesos de expansión-retracción que podrían afectar la infraestructura, por lo que, de ser necesario, habrá que tomar precauciones especiales para evitar daños.

LUVISOLES (L). Son suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcillas de alta actividad sin lixiviación marcada de cationes básicos o meteorización avanzada de arcillas de alta actividad.

Luvisoles crómicos (Lc): tienen dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial de 30 cm o más de espesor, que tiene un matiz más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un matiz de 7.5 YR y una pureza en húmedo de más de 4. Se distribuyen en el 2.28% sobre la porción Este del SAR y abarcan aproximadamente 4785 m lineales del proyecto.

VERTISOLES (V). Son suelos muy arcillosos, que se mezclan con alta proporción de arcillas expandibles o arcillas expandibles producidas por neoformación a partir de la meteorización de las rocas, lo que le confiere sus principales características: alta proporción de arcillas expandibles y formación de grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo.

Vertisoles crómicos (Vc): tienen dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial de 30 cm o más de espesor, que tiene un matiz más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un matiz de 7.5 YR y una pureza en húmedo de más de 4. Se localizan en 7.63% sobre la zona centro-SUR del área de estudio y ocupan aproximadamente 1920 m lineales del proyecto.

Vertisoles pélicos (Vp): tienen en los primeros 30 cm del suelo, una intensidad de color en húmedo de 3.5 o menos y una pureza en húmedo igual o menor a 1.5. Se ubican en el 3.21% sobre el sector Este del SAR y ocupan aproximadamente 2800 m lineales del proyecto.

Finalmente, en el tercer grupo se ubican los Phaeozems. Estos suelos se desarrollan sobre superficies llanas u onduladas suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años haya alguna precolación a través del suelo, pero también con periodos en los cuales el suelo se seque. Regularmente, son porosos y muy fértiles, debido al alto contenido de materia orgánica; por esta razón, deberán plantearse acciones para su rescate y/o conservación y para la mitigación de los impactos inevitables.



PHAEOZEMS (H). Son suelos que presentan una capa superficial oscura, rica en nutrientes (derivados de la alta actividad biológica) y pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo.

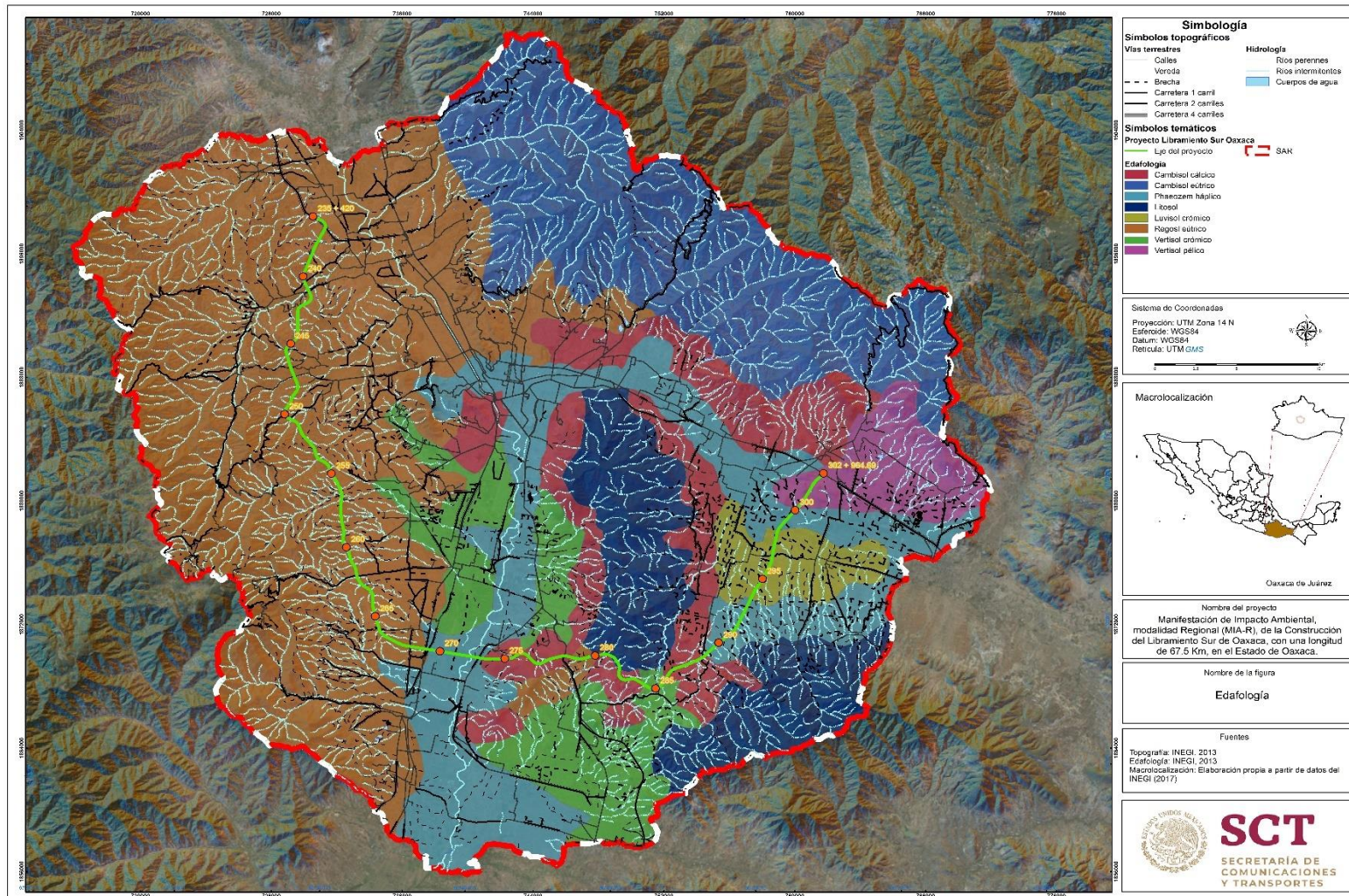
Phaeozems háplicos (Hh): tienen una expresión típica de ciertos rasgos (típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa) y sólo se usa si no aplica ningún otro calificador.

Tabla IV. 5. Superficie ocupada por unidad edafológica en el SAR y el AP del Proyecto.

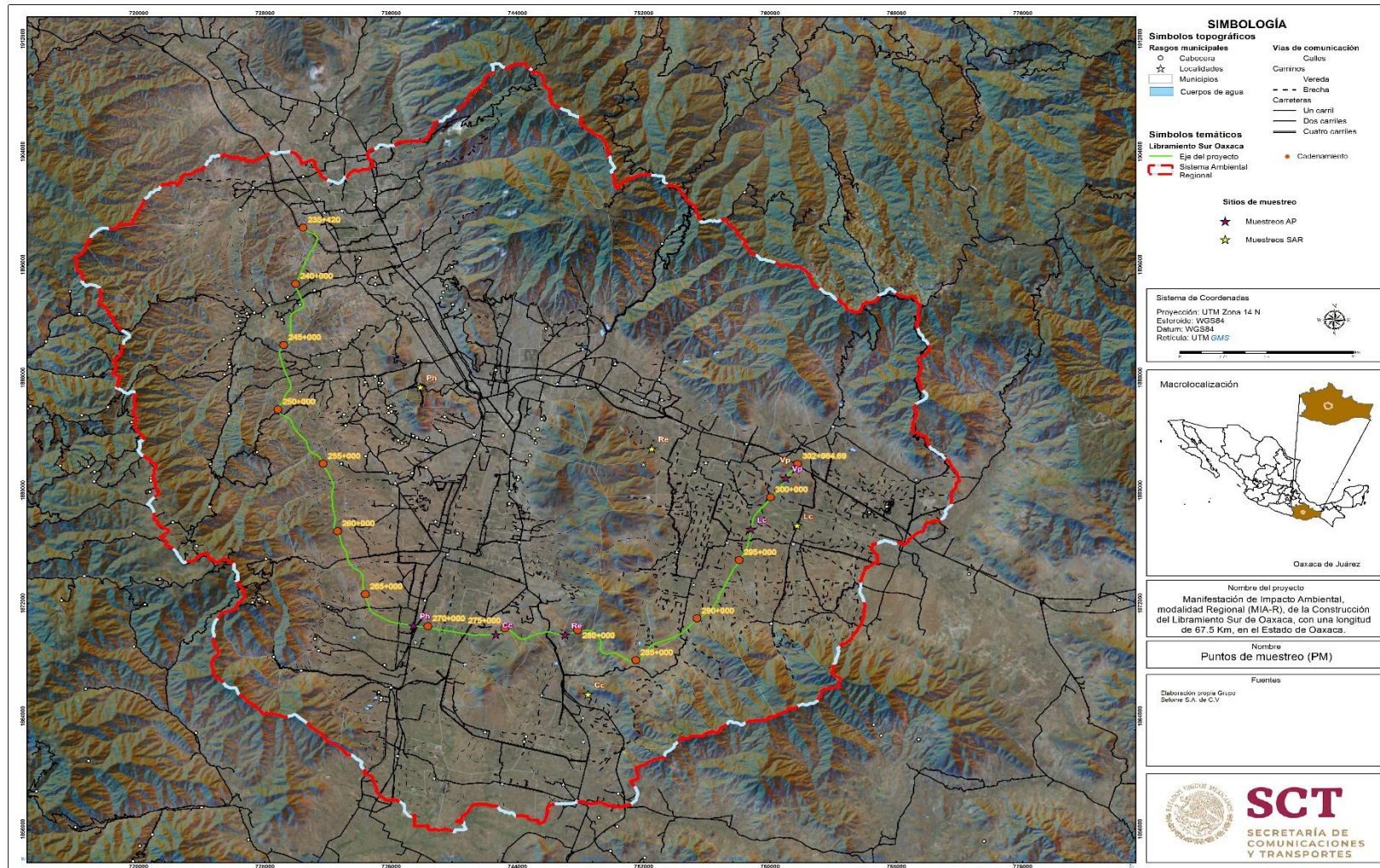
Unidad	Área del SAR (km ²)	Área del SAR (%)	Área del AP (km ²)	Área del AP (%)
Cambisol cálcico	182.28	9.52	0.70	17.07
Cambisol eútrico	314.54	16.42	0	0
Phaeozem háplico	263.84	13.77	0.59	14.36
Litosol	165.43	8.64	0.083	2
Luvisol crómico	43.75	2.28	0.27	6.96
Regosol eútrico	737.18	38.49	2.17	52.73
Vertisol crómico	146.33	7.64	0	0
Vertisol pélico	62.04	3.24	0.29	6.87

En el **Anexo II.1** se puede consultar el “Reporte de Campo” en donde se incluyen los perfiles realizados a partir de los muestreos en campo para su consulta. Por otro lado en el siguiente Mapa puede observarse la edafología del SAR y del AP.

Posteriormente, se presenta el Mapa en donde se representan los Puntos de Muestreo realizados para la caracterización del Suelo en el AP.



Mapa IV. 5. Tipos de suelo en el SAR y el AP.



Mapa IV. 6. Puntos de Muestreo realizados en el SAR y en el AP para la caracterización del suelo.



IV.2.2.3.1 Unidades de Paisaje

De acuerdo con Mateo (2002), los Paisajes Físico-Geográficos (PFG), Geocomplejos, Geosistemas o Complejos Territoriales Naturales (CTN), son sistemas territoriales compuestos por elementos naturales y antropogénicos sujetos a condiciones sociales que los modifican. Asimismo, estos Geocomplejos son partes de la superficie terrestre que se distinguen cualitativamente de las restantes, poseen límites naturales o antropo-naturales y tienen una definida integridad cualitativa.

En resumen, los Paisajes son sistemas territoriales compuestos por componentes naturales y complejos de diferente rango taxonómico, formados bajo la influencia de los procesos naturales y de la actividad modificadora de la sociedad humana, que se encuentran en permanente interacción y desarrollo.

Los Paisajes Físico-Geográficos (PFG) están constituidos por elementos diferenciadores (relieve, litología y clima) y elementos indicadores (edafología y usos de suelo y vegetación). Con base a lo mencionado por Ortiz, et al. (1998), los primeros se caracterizan por su desarrollo y evolución en tiempos geológicos, por lo que tienden a ser más estables; mientras que, los elementos indicadores son variables y dinámicos, especialmente por la influencia de los seres humanos.

En el SAR la complejidad geomorfológica, la diversidad litológica y la variedad de climas aunado a una gran cantidad de tipos de suelo y usos de suelo y vegetación han originado la presencia de 22 unidades de paisaje, de las cuales únicamente 12 inciden en el área del proyecto "Libramiento Sur Oaxaca".

Tabla IV. 6. Superficie ocupada por unidad de paisaje en el SAR.

Unidad	Área del SAR (km ²)	Área del SAR (%)	Área del AP (km ²)	Área del AP (%)
I	0.40	0.02	--	--
II	43.28	2.25	0.51	10.12
III	10.77	0.56	0.38	7.43
IV	0.51	0.03	0.44	8.66
V	1.85	0.10	1.41	27.84
VI	124.48	6.48	0.11	2.21
VII	29.39	1.53	--	--
VIII	0.78	0.04	--	--
IX	0.76	0.04	0.01	0.19
X	28.86	1.50	0.14	2.78
XI	64.83	3.38	--	--
XII	5.16	0.27	0.00	0.05
XIII	599.93	31.25	0.01	0.14
XIV	35.08	1.83	0.24	4.83
XV	11.16	0.58	0.83	16.47
XVI	171.50	8.93	0.23	4.50
XVII	208.57	10.86	0.08	1.63
XVIII	290.27	15.12	--	--
XIX	2.70	0.14	--	--



Unidad	Área del SAR (km ²)	Área del SAR (%)	Área del AP (km ²)	Área del AP (%)
XX	115.46	6.01	--	--
XXI	144.44	7.52	0.56	10.98
XXII	29.83	1.55	0.11	2.18

Las Unidades de Paisaje en las que incide el Proyecto son las que se describen a continuación:

I. Montañas formadas por rocas ígneas en clima templado. Complejo de montañas tectónicas de ligera a mediana disección (DV=100-500 m/km²), de pendientes mediana a muy fuertemente inclinadas (15°-60°) sujetas a procesos de erosión, denudación y/o gravitación; formadas por anortositas; en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual y pastizal inducido; sobre regosoles eútricos.



Foto IV. 1. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Montañas formadas por rocas ígneas en clima templado.

II. Montañas formadas por rocas ígneas en clima seco. Complejo de montañas volcánicas de mediana disección (DV=250-500 m/km²), de pendientes ligera a muy fuertemente inclinadas (5°-45°) sujetas a procesos de erosión y/o denudación; formadas por andesitas, ignimbritas, tobas riolíticas y/o brechas volcánicas intermedias; en clima semiseco semicálido con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual, pastizal inducido y vegetación de bosque de encino; sobre Cambisoles cálcicos y Vertisoles pélicos.



Foto IV. 2. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Montañas formadas por rocas ígneas en clima seco.

III. Montañas formadas por rocas sedimentarias en clima templado. Complejo de montañas tectónicas de ligera a mediana disección ($DV=100-500 \text{ m/km}^2$), de pendientes mediana a muy fuertemente inclinadas ($15^\circ-60^\circ$) sujetas a procesos de erosión, denudación y/o gravitación; formadas por areniscas y lutitas; en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano; con asentamientos humanos, agricultura de temporal anual, agricultura de riego anual, pastizal inducido, bosque de encino-pino, bosque de pino, bosque de pino-encino y selva baja caducifolia; sobre Cambisoles cálcicos, Phaeozems háplicos, Litosoles, Regosoles eútricos y Vertisoles crómicos.

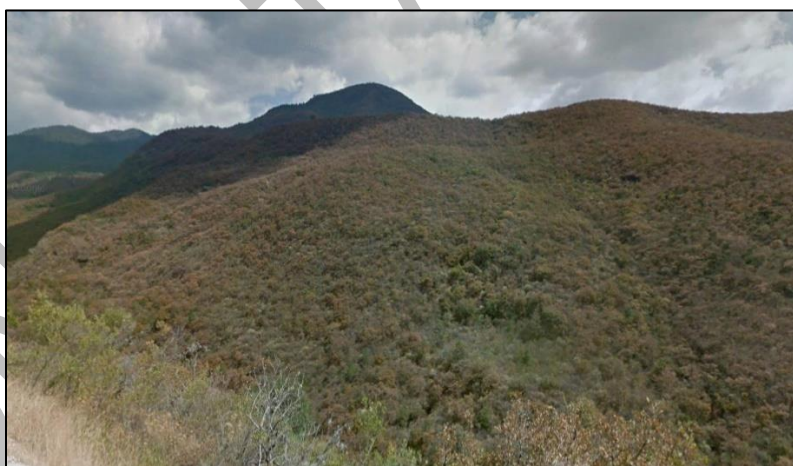


Foto IV. 3. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Montañas formadas por rocas sedimentarias en clima templado.

IV. Montañas formadas por rocas sedimentarias en clima seco. Complejo de montañas tectónicas de ligera a mediana disección ($DV=100-500 \text{ m/km}^2$), de pendientes mediana a muy fuertemente inclinadas ($15^\circ-60^\circ$) sujetas a procesos de erosión, denudación y/o gravitación; formadas por areniscas y lutitas; en clima semiseco semicálido con lluvias de verano; con asentamientos humanos, agricultura de temporal anual, pastizal inducido y vegetación de bosque de encino: sobre Cambisoles cálcicos y Regosoles eútricos.



Foto IV. 4. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Montañas formadas por rocas sedimentarias en clima seco.

V. Montañas formadas por rocas metamórficas en clima templado. Complejo de montañas tectónicas de ligera a mediana disección ($DV=100-500 \text{ m/km}^2$), de pendientes mediana a muy fuertemente inclinadas ($15^\circ-60^\circ$) sujetas a procesos de erosión, denudación y/o gravitación; formadas por gneises; en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual, pastizal inducido y vegetación de bosque de encino; sobre Regosoles eútricos.



Foto IV. 5. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Montañas formadas por rocas metamórficas en clima templado.

VI. Montañas formadas por rocas metamórficas en clima seco. Complejo de montañas tectónicas de ligera a mediana disección ($DV=100-500 \text{ m/km}^2$), de pendientes mediana a muy fuertemente inclinadas ($15^\circ-60^\circ$) sujetas a procesos de erosión, denudación y/o gravitación; formadas por gneises; en clima semiseco semicálido con lluvias de verano; con vegetación de bosque de encino; sobre Cambisoles cálcicos y Regosoles eútricos.



Foto IV. 6. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Montañas formadas por rocas metamórficas en clima seco.

VII. Lomeríos formados por rocas ígneas en clima templado. Complejo de lomeríos tectónicos de ligera mediana disección (40-80 m/km²) de pendientes ligera a fuertemente inclinadas (5°-20°); formados por andesitas, ignimbritas, tobas riolíticas y/o brechas volcánicas intermedias; en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual y selva baja caducifolia; sobre Vertisoles pélicos.



Foto IV. 7. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Lomeríos formados por rocas ígneas en clima templado.

VIII. Lomeríos formados por rocas ígneas en clima seco. Complejo de lomeríos tectónicos de ligera mediana disección (40-80 m/km²) de pendientes ligera a fuertemente inclinadas (5°-20°); formados por andesitas, ignimbritas, tobas riolíticas y/o brechas volcánicas intermedias; en clima semiseco semicálido con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual y selva baja caducifolia; sobre Vertisoles pélicos.



Foto IV. 8. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Lomeríos formados por rocas ígneas en clima seco.

IX. Lomeríos formados por rocas sedimentarias en clima templado. Complejo de lomeríos tectónicos de ligera mediana disección (40-80 m/km²) de pendientes ligera a fuertemente inclinadas (5°-20°); formados por formadas por areniscas y lutitas; en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual y selva baja caducifolia; sobre Vertisoles pélicos, Vertisoles crómicos y Cambisoles eútricos.



Foto IV. 9. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Lomeríos formados por rocas sedimentarias en clima templado.

X. Lomeríos formados por rocas sedimentarias en clima seco. Complejo de lomeríos tectónicos de ligera mediana disección (40-80 m/km²) de pendientes ligera a fuertemente inclinadas (5°-20°); formados por formadas por areniscas y lutitas; en clima semiseco semicálido con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual y selva baja caducifolia; sobre Vertisoles pélicos y Cambisoles eútricos.



Foto IV. 10. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Lomeríos formados por rocas sedimentarias en clima seco.

XI. Lomeríos formados por rocas metamórficas en clima seco. Complejo de lomeríos tectónicos de ligera mediana disección (40-80 m/km²) de pendientes ligera a fuertemente inclinadas (5°-20°); formados por gneises; en clima semiseco semicálido con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual y selva baja caducifolia; sobre Cambisoles cálcicos y Phaeozems háplicos.

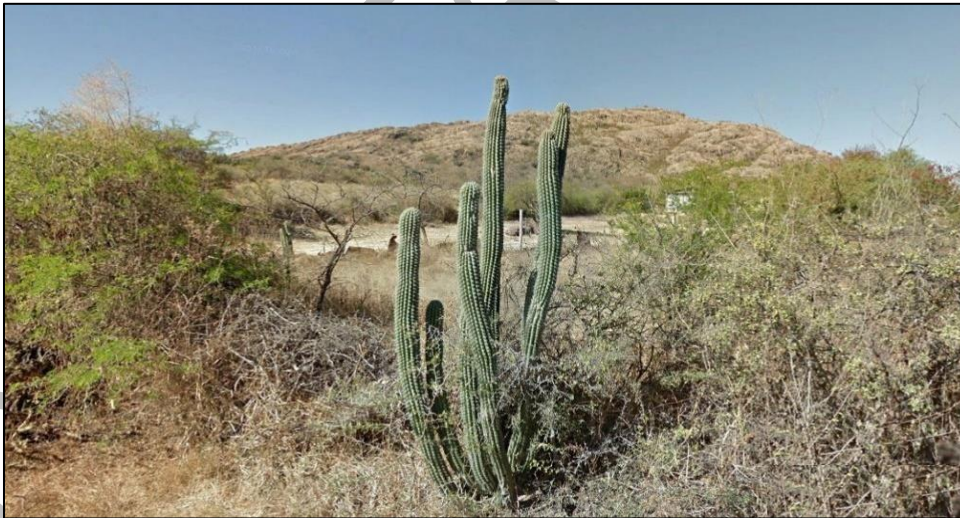


Foto IV. 11. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Lomeríos formados por rocas metamórficas en clima seco.

XII. Piedemontes formados por rocas ígneas en clima templado. Complejo de rampas de piedemontes de pendientes ligera a fuertemente inclinadas (1°-5°) sujetas a procesos de erosión y acumulación; formadas por andesitas, ignimbritas, tobas riolíticas y/o brechas volcánicas intermedias; en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual y pastizal inducido; sobre Phaeozems háplicos.



Foto IV. 12. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Piedsemontes formados por rocas ígneas en clima templado.

XIII. Piedsemontes formados por rocas ígneas en clima seco. Complejo de rampas de piedsemontes de pendientes ligera a fuertemente inclinadas (1° - 5°) sujetas a procesos de erosión y acumulación; formadas por andesitas, ignimbritas, tobas riolíticas y/o brechas volcánicas intermedias; en clima semiseco semicálido con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual; sobre Luvisoles crómicos.



Foto IV. 13. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Piedsemontes formados por rocas ígneas en clima seco.

XIV. Piedsemontes formados por rocas sedimentarias en clima templado. Complejo de rampas de piedsemontes de pendientes ligera a fuertemente inclinadas (1° - 5°) sujetas a procesos de erosión y acumulación; formadas por aluviones, complejos polimícticos, limos y arenas; en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual y vegetación de selva baja caducifolia; sobre Phaeozems háplicos, Luvisoles crómicos y Vertisoles pélicos.



Foto IV. 14. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Piedsemontes formados por rocas sedimentarias en clima templado.

XV. Piedsemontes formados por rocas sedimentarias en clima seco. Complejo de rampas de piedsemontes de pendientes ligera a fuertemente inclinadas (1° - 5°) sujetas a procesos de erosión y acumulación; formadas por aluviones, complejos polimícticos, limos y arenas; en clima semiseco semicálido con lluvias de verano; con asentamientos humanos, agricultura de temporal anual, agricultura de riego anual, pastizal inducido, bosque de encino y selva baja caducifolia; sobre Cambisoles cálcicos, Phaeozems háplicos, Litosoles, Luvisoles crómicos, Regosoles eútricos, Vertisoles crómicos y Vertisoles pélicos.



Foto IV. 15. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Piedsemontes formados por rocas sedimentarias en clima seco.

XVI. Piedsemontes formados por rocas metamórficas en clima templado. Complejo de rampas de piedsemontes de pendientes ligera a fuertemente inclinadas (1° - 5°) sujetas a procesos de erosión y acumulación; formados por gneises y anortositas; en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual, agricultura de riego anual, pastizal inducido y vegetación natural de bosque de encino; sobre Regosoles eútricos y Phaeozems háplicos.



Foto IV. 16. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Piedemontes formados por rocas metamórficas en clima templado.

XVII. Piedemontes formados por rocas metamórficas en clima seco. Complejo de rampas de piedemontes de pendientes ligera a fuertemente inclinadas (1° - 5°) sujetas a procesos de erosión y acumulación; formados por gneises y anortositas; en clima semiseco semicálido con lluvias de verano; con agricultura de riego anual y pastizal inducido; sobre Phaeozems háplicos.



Foto IV. 17. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Piedemontes formados por rocas metamórficas en clima seco.

XVIII. Valles formados por rocas ígneas en clima templado. Complejo de valles aluviales de pendientes planas a muy ligeramente inclinadas (0° - 3°) sujetos a procesos de acumulación; formados por riolitas y tobas riolíticas; en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano; con agricultura de riego; sobre Phaeozems háplicos.



XIX. Valles formados por rocas ígneas en clima seco. Complejo de valles aluviales de pendientes planas a muy ligeramente inclinadas (0° - 3°) sujetos a procesos de acumulación; formados por riolitas y tobas riolíticas; en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano; con agricultura de riego anual; sobre Phaeozems háplicos.

XX. Valles formados por rocas sedimentarias en clima templado. Complejo de valles aluviales de pendientes planas a muy ligeramente inclinadas (0° - 3°) sujetos a procesos de acumulación; formados por aluviones; en clima semicálido subhúmedo con lluvias de verano; con agricultura de riego anual; sobre Phaeozems háplicos.



Foto IV. 18. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Valles formados por rocas sedimentarias en clima templado.

XXI. Valles formados por rocas sedimentarias en clima seco. Complejo de valles aluviales de pendientes planas a muy ligeramente inclinadas (0° - 3°) sujetos a procesos de acumulación; formados por aluviones, limos y arenas; en clima semiseco semicálido con lluvias de verano; con agricultura de temporal anual, agricultura de riego anual, pastizal inducido, vegetación de bosque de mezquite y vegetación de selva baja caducifolia.



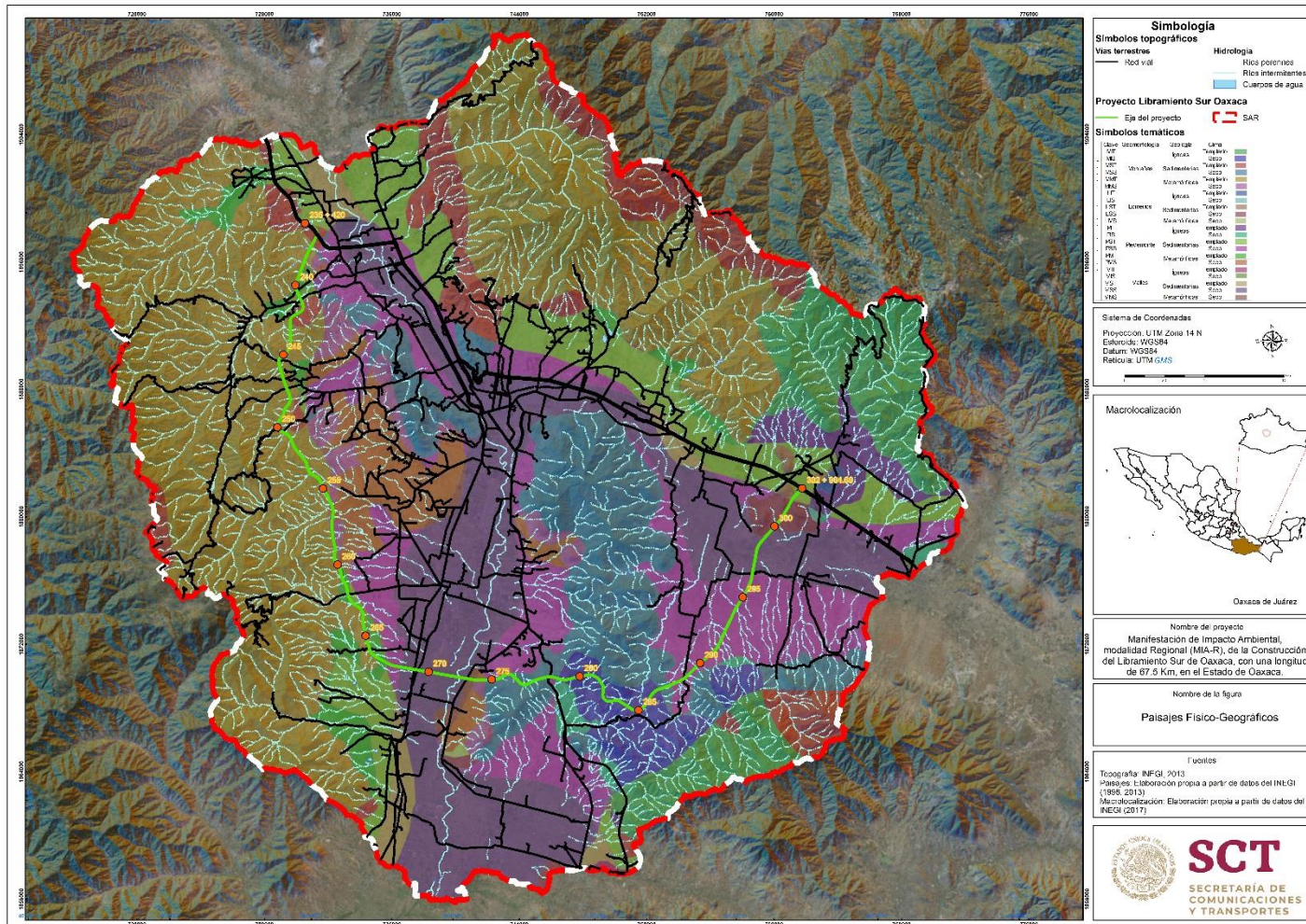


Foto IV. 19. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Valles formados por rocas sedimentarias en clima templado.

XXII. Valles formados por rocas metamórficas en clima seco. Complejo de valles aluviales de pendientes planas a muy ligeramente inclinadas (0° - 3°) sujetos a procesos de acumulación; formados por gneises; en clima semiseco semicálido con lluvias de verano; con asentamientos humanos, agricultura de temporal anual, agricultura de riego anual, pastizal inducido y vegetación de bosque de encino.



Foto IV. 20. Ejemplo de la Unidad de Paisaje Valles formados por rocas metamórficas en clima seco.



Mapa IV. 7. Tipos de Unidades de Paisaje en el SAR y el AP.



IV.2.2.4 Hidrología Superficial y Subterránea

IV.2.2.4.1 Hidrología Superficial

El SAR se emplaza en la Región Hidrológica (RH) 20 Costa Chica-Río Verde, Cuenca Hidrológica (CH) Río Atoyac, Subcuenca Hidrológica (SH) Río Atoyac-Oaxaca de Juárez.

Región Hidrológica 20 Costa Chica-Río Verde. Se localiza el Sureste de la República Mexicana entre la Región Costa del Estado de Guerrero (42.65%) y parte del Estado de Oaxaca (57.35%) y drena una superficie de 39856.87 km². Colinda al Norte con las RH 18-Balsas y 28-Papaloapan, al Sur con el Océano Pacífico y la RH 21-Costa de Oaxaca, al Este con la RH 22-Tehuantepec y al Oeste con la RH 29-Costa Grande de Guerrero. Está integrada por las Cuencas Hidrológicas: Río La Arena y Otros, Río Ometepec o Grande, Río Nexpa y Otros, Río Papagayo y Río Atoyac.

Cuenca Hidrológica 20A Río Atoyac. Se ubica al Oeste del Estado de Oaxaca, entre las regiones Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales, y drena una superficie de 18258.49 km². Colinda Al Norte con la RH 18-Balsas y 28-Papaloapan, al Sur con el Océano Pacífico y la RH 21-Costa de Oaxaca, al Este con la RH 22-Tehuantepec y al Oeste con la CH Río Ometepec o Grande. Está integrada por las Subcuencas Hidrológicas: Río Atoyac-Paso de la Reina, Río Atoyac-San Pedro Juchatengo, Río Atoyac-Oaxaca de Juárez, Río Sordo y Río Yolatepec.

SUBCUENCA HIDROLÓGICA RÍO ATOYAC-OAXACA DE JUÁREZ. Se emplaza en la porción Centro-Suroeste del Estado de Oaxaca entre los distritos Centro, Zaachila, Zimatlán, Ejutla, Ocotlán, Etlá, Tlacolula, Miahuatlán y Sola de Vega de Vega, y drena una superficie 5863.47 km². Colinda al Norte con la RH 28-Papaloapan, al Sur con la RH 21-Costa de Oaxaca, al Este con la RH 22-Tehuantepec, Oeste con la SH Río Sordo y al Suroeste con la SH Río Atoyac-San Pedro Juchatengo.

En esta Subcuenca Hidrológica, se localizan las Microcuencas Hidrológicas: Animas Trujano, Cuilapam de Guerrero, El Estudiante, Huixtepec, Magdalena Teitipac, Oaxaca de Juárez, Ocotlán de Morelos, Reyes Mantecón, San Andrés Ixtlahuaca, San Bartolo Coyotepec, San Francisco Lachilongo, San Jacinto Amilpas, San Juan Teitipac, San Lorenzo Coatepec, San Pablo Huixtepec, San Sebastián Teitipac, Santa Ana del Valle, Santo Tomas Mazaltepec, Trinidad de Viguera, 20-082-04-003, 20-082-04-005 y 20-082-07-004; las cuales adquieren gran relevancia, ya que constituyen el límite del Sistema Ambiental Regional.

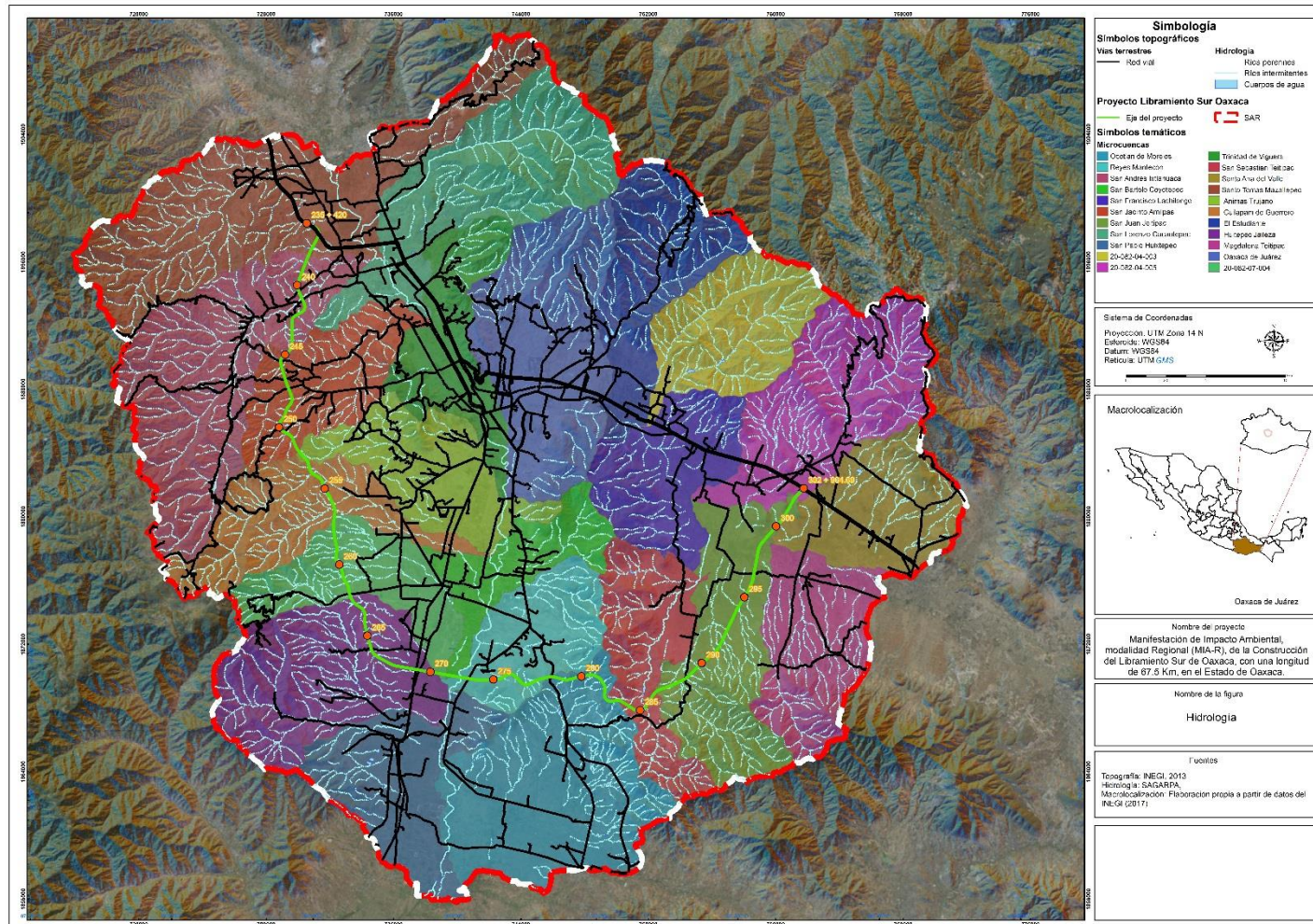
Tabla IV. 7. Superficie ocupada por cada Microcuenca.

Microcuenca	Área del SAR (km ²)	Área del SAR (%)	Área del AP (km ²)	Área del AP (%)
Santo Tomas Mazaltepec	164.47	8.59	0.16	3.84
San Lorenzo Cacotepec	116.52	6.08	0	0
El Estudiante (Tierra Colorada)	79.49	4.15	0	0
Oaxaca De Juárez	122.90	6.42	0	0
Trinidad De Viguera	62.41	3.26	0	0
20-082-04-003	72.03	3.76	0	0
San Andrés Ixtlahuaca	136.97	7.15	0.42	10.26
20-082-04-005	106.82	5.58	0.04	1.07
San Jacinto Amilpas	62.74	3.28	0.45	11



Microcuenca	Área del SAR (km ²)	Área del SAR (%)	Área del AP (km ²)	Área del AP (%)
San Francisco Lachigolo	68.45	3.57	0	0
Animas Trujano	68.51	3.58	0.05	1.25
Santa Ana Del Valle	69.45	3.63	0.0004	0.01
Cuilapam De Guerrero	71.04	3.71	0.25	6.08
San Bartolo Coyotepec	44.16	2.31	0.03	0.77
San Juan Teitipac	92.18	4.81	0.94	22.71
20-082-07-004	61.86	3.23	0.37	8.98
San Sebastian Teitipac	64.82	3.38	0.19	4.71
Magdalena Teitipac	73.68	3.85	0	0
Reyes Mantecon	56.40	2.94	0.38	9.21
Huixtepec/ Jalieza	105.13	5.49	0.48	11.65
Ocotlan De Morelos	137.07	7.16	0.35	8.47
San Pablo Huixtepec	78.30	4.09	0	0

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 8. Hidrología superficial del SAR y del AP.

IV.2.2.4.2 Hidrología Subterránea

El SAR se emplaza en el Acuífero Valles Centrales, el cual se localiza en la porción Centro del Estado de Oaxaca y está constituido por tres zonas: Etla, Tlacolula y Zimatlán, convergiendo en el área donde se ubica la Ciudad de Oaxaca. Comprende una extensión de 5940 km², de los cuales, aproximadamente 1130 km² conforman la zona de extracción.

Este acuífero está constituido por una unidad hidrogeológica de material aluvial, que funciona como acuífero libre, constituido por arenas y sedimentos no consolidados, tales como: cantos rodados, gravas, arenas, arcillas y limos, formando una mezcla heterogénea, manifestándose en mayor proporción hacia la porción central de los valles, en donde varía de 10 a 100 m, adelgazándose hacia los bordes. El espesor saturado varía de unos 15 m a 100 aproximadamente.

El basamento está constituido por rocas metamórficas y en algunas zonas se han llegado a encontrar calizas y riolitas. Sobre esta base se encuentra un área de alteración proveniente del mismo basamento. Lateralmente el acuífero está delimitado por material impermeable constituido por rocas metamórficas (Gneis y Esquistos) y rocas volcánicas, que circundan el valle y que por su grado de fracturamiento se consideran aportadoras de agua subterránea al acuífero.

IV.2.3 MEDIO BIÓTICO

IV.2.3.1 Vegetación

Provincias florísticas

Es importante realizar un análisis biogeográfico de la distribución de los elementos florísticos de un proyecto de tal naturaleza como el presentado en este documento, ya que se ha establecido en diversos estudios la correlación de los componentes bióticos (Morrone, 2005), así como la afinidad y evolución biótica que tiene una determinada área, lo cual nos permite establecer el origen de sus componentes y la priorización de los elementos nativos, así como, para la conservación de los sitios que los contienen.

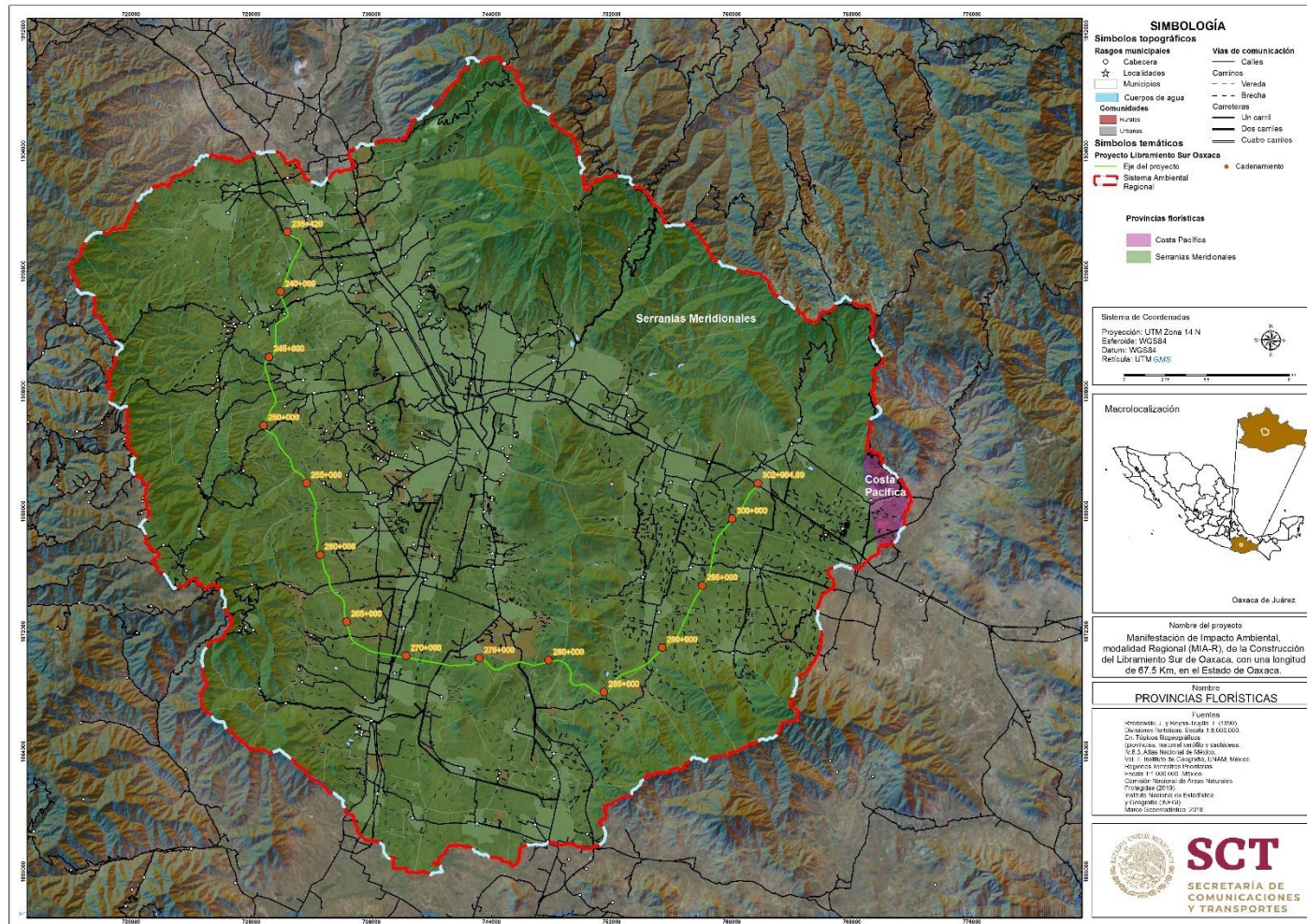
Un análisis biogeográfico importante para el estudio biológico del territorio es la división de regiones o reinos florísticos (Neotropical y Holártico) y posteriormente en Provincias, las cuales poseen características particulares que permiten su delimitación y diferenciación con respecto a otras. Estas distribuciones geográficas presentan límites para componentes bióticos como vegetación y fauna que presentan una historia común, también es claro que el origen de las especies no es "único", con lo cual también se pueden entender que las transiciones entre estas regiones, son sitios donde se encuentran representadas las hibridaciones bióticas, promovidas por cambios históricos y ecológicos que permiten la interacción entre elementos bióticos diferentes (Morrone, 2005). Desde una perspectiva evolutiva, las zonas de transición merecen especial atención, pues más que líneas estáticas, los límites entre regiones biogeográficas representan áreas de interacción biótica intensa (Ruggiero, 2003).



Acorde a la clasificación presentada en el contenido de la CONABIO (Rzedowski J. y.-T., 2001), en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se encuentran representadas dos Provincias, con una clara dominación del territorio por la denominada Provincia de las Serranías Meridionales, por su parte, la Provincia Costa Pacífica es una pequeña porción del SAR en el noreste.

Esta clasificación ha presentado diversas actualizaciones por otros autores, por lo que, además se incluirán los sinónimos presentados por Morrone en sus diversos estudios (Morrone, 2005).

CONSULTA PÚBLICA



Mapa IV. 9 Provincias florísticas del SAR (Rzedowski J. y.-T., 2001).



Provincia de las Serranías Meridionales.

En esta región se encuentran adscritos el Eje Volcánico Transversal (Jalisco y Colima a Veracruz), la Sierra Madre del Sur (Michoacán a Oaxaca) y el Complejo Montañoso del Norte de Oaxaca,

En esta Provincia se encuentran las elevaciones más importantes de México, así como muchas áreas montañosas aisladas, lo cual propicia el desarrollo de un alto número de endemismos (Rzedowski, 2006), predominan los Bosques de pino y encino (*Pinus* y *Quercus*).

De acuerdo con la clasificación de (Morrone, 2005), se denomina Provincia de la Sierra Madre del Sur (de forma local es conocida como Sierra Juárez), este autor la ubica en el centro sur de México, desde el sur de Michoacán hasta Guerrero, Oaxaca y parte de Puebla, y hace la especificación de la curva de nivel por encima de los 1000 m de altitud. Como su nombre lo dice, esta provincia está relacionada al sistema montañoso de la Sierra Madre del Sur, en dirección noroeste-sureste paralelamente a la costa del Océano Pacífico, desde Jalisco hasta el Istmo de Tehuantepec. Su continuidad está interrumpida por valles, cuyos ríos se sitúan generalmente por encima de la curva de los 1000 m. Posee unos 1100 km de longitud y su ancho promedio es de 120 km. Aunque la Sierra Madre del Sur posee un origen laramídico común con la Sierra Madre de Chiapas, hace unos 70 millones de años, ambas están separadas por la depresión del Istmo de Tehuantepec. Acorde al entorno florístico, en esta región dominan los bosques de pino-encino; también hay asociaciones de matorrales de diversos tipos, desde xerófilos hasta presencia de matorrales sarco-crasicaules.

Provincia Costa Pacífica

Está extendida en una franja angosta e ininterrumpida desde el este de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas, prolongándose a lo largo de la misma vertiente hasta Centroamérica. A nivel del Istmo de Tehuantepec se bifurca para englobar también la Depresión Central de Chiapas. Es correspondiente con el clima cálido y semihúmedo, con clara tendencia a semiseco; en este conjunto, predominan más frecuentemente las asociaciones de vegetación del bosque tropical caducifolio y el subcaducifolio (Rzedowski J. , Bosque tropical subcaducifolio y Bosque tropical caducifolio, 2006) (estos bosques presentan la sinonimia de Selva baja caducifolia o selva seca (CONABIO, 2019)). Esta provincia posee un número relativamente elevado de especies endémicas. La familia de las leguminosas está bien representada y al menos en las comunidades clímax prevalece el número de especies sobre todas las demás familias. La riqueza florística y el número de asociaciones vegetales disminuyen claramente del sureste al noroeste. Como géneros aparentemente endémicos se pueden registrar (el asterisco indica que el taxon también está representado en la Depresión del Balsas): **Amphipterygium*, *Eryngiophyllum*, **Plocosperma*, *Riesenbachia*, *Soderstromia* (Rzedowski J. , 2006).

En la clasificación de Morrone recibe el nombre de Provincia de la Costa Pacífica Mexicana, está localizada en la costera pacífica de México desde Sinaloa hasta Chiapas, así como la costera centroamericana. También incluye el archipiélago de las Islas Revillagigedo (Socorro, San Benedicto y Clarión), situado en el Océano Pacífico. La vegetación consiste en bosques húmedos y secos, sabanas y palmares (Morrone, 2005).

Flora Potencial en el SAR

Uso de suelo y vegetación.

Un tema primordial para la descripción del sitio del proyecto es el estado actual de la cobertura vegetal y el uso que se le da al suelo, con lo cual se puede identificar si se presentan condiciones primarias o secundarias en cuanto a la conservación de la vegetación natural, si ha cambiado, poder determinar si es de tipo agrícola, urbano o si se encuentra en un proceso de regeneración a través de una sucesión ecológica.

La vegetación terrestre de México, así como sus estados serales de sucesión secundaria, han sido descritos y clasificados por diversos autores (Miranda 1957, 1964; Sarukhán 1964; Miranda y Hernández X. 1963; Pennington y Sarukhán 1968; Flores et al. 1971; Puig 1976; Rzedowski 1978; Breedlove 1981; González Medrano 2003; INEGI 1997, 2000, 2003, 2005a). De todos ellos, los sistemas de clasificación más utilizados y citados, principalmente por las instituciones académicas, han sido el de Miranda y Hernández X. (1963), que describe 32 comunidades vegetales, y el de Rzedowski (1978) con 10 tipos de vegetación principales (CONABIO, 2008).

Para la representación del Uso de Suelo y Vegetación se emplea la información generada en la Serie VI (2014-2017) por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en la cartografía presentada por el INEGI se puede observar la cobertura vegetal potencial del SAR.

Dentro del Sistema Ambiental Regional se localizan tres usos de suelo generales Urbano, Pastizal inducido y Agricultura, dentro de las asociaciones naturales se encuentran los Bosques de Encino y Pino en diferentes dominancias, además se encuentran el Bosque de Mezquite y la Selva Baja Caducifolia (INEGI, 2016) en las zonas con clima cálido.

Estas cubiertas vegetales naturales son coincidentes con lo propuesto en las Provincias Florísticas, no obstante el uso de suelo actual, ha modificado el entorno al aumentar las áreas urbanas (que representan el 9% del SAR) y las destinadas a la agricultura, en este último, se identificaron seis tipos diferentes: Agricultura de humedad semipermanente, de riego anual, de riego anual y semipermanente, de riego semipermanente, de temporal anual y de temporal anual y semipermanente, este uso del suelo representa el 40% del SAR, por último, el pastizal inducido representa cerca del 10% (9.6%).

Mientras tanto, en las cubiertas nativas, se encuentran porciones de Bosque de Encino-Pino, Bosque de Pino y Bosque de Pino-Encino que representan poco más del 2% del SAR (2.2%), la caracterización de cada una de estas coberturas se debe a la dominancia en la asociación existente. Asimismo, se localizan porciones de vegetaciones secundarias con un porcentaje de cerca del 40% (39.4%) del total del SAR.

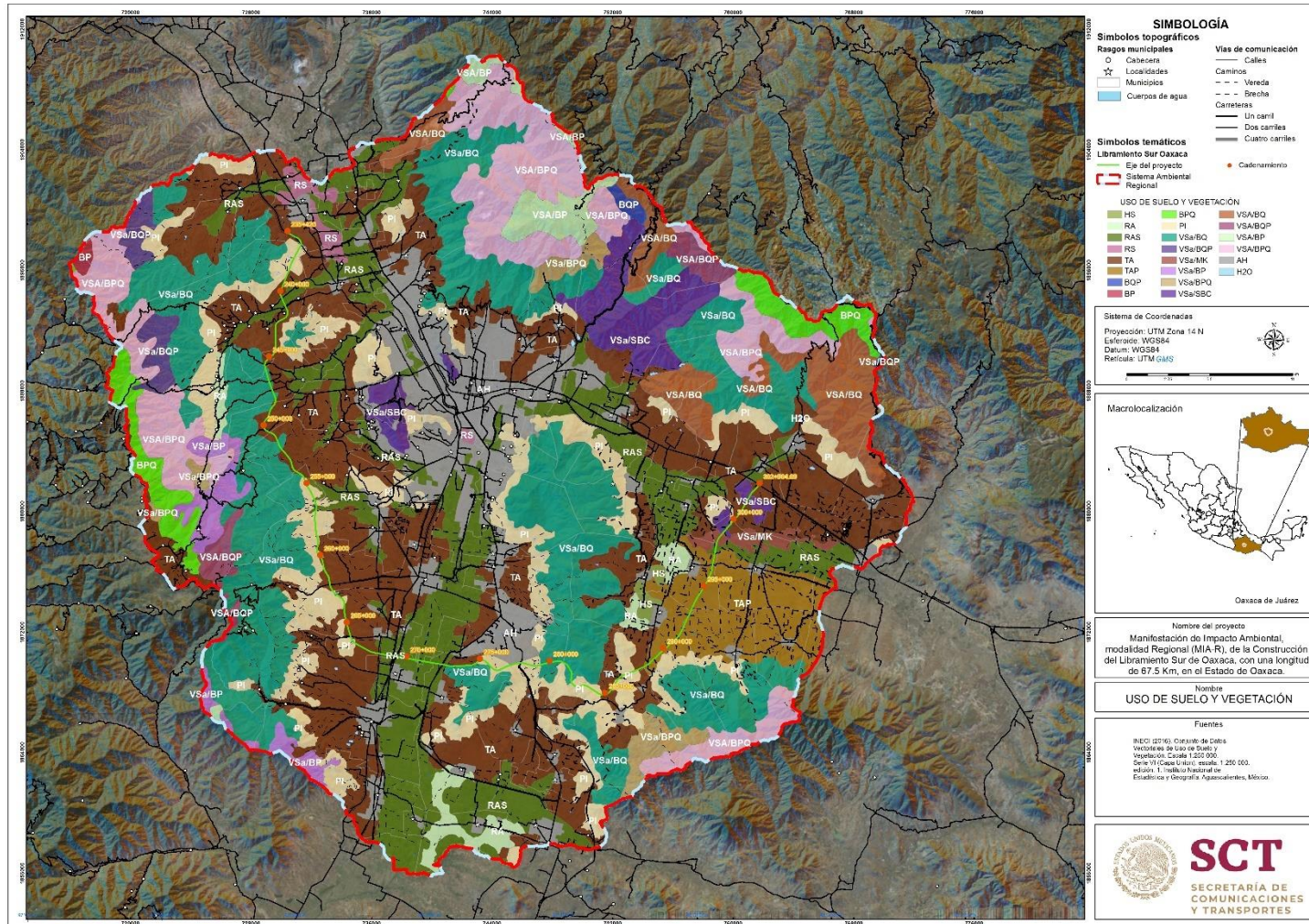
Tabla IV. 8. Uso de suelo y vegetación del SAR (Área y porcentaje).

ID	Descripción	Área km ²	Porcentaje (%)
1	Agricultura de Humedad Semipermanente	3.6	0.2
2	Agricultura de Riego Anual	23.4	1.2
3	Agricultura de Riego Anual y Semipermanente	230.1	12.0
4	Agricultura de Riego Semipermanente	9.5	0.5



ID	Descripción	Área km ²	Porcentaje (%)
5	Agricultura de Temporal Anual	431.3	22.5
6	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	67.8	3.5
7	Agua	0.1	0.01
8	Bosque de Encino-Pino	2.9	0.1
9	Bosque de Pino	2.1	0.1
10	Bosque de Pino-Encino	37.9	2.0
11	Pastizal Inducido	183.1	9.6
12	Urbano Construido	171.3	8.9
13	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino	70.0	3.7
14	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	365.5	19.1
15	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino	153.0	8.0
16	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Pino-Encino	22.2	1.2
17	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino-Pino	16.0	0.8
18	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino-Pino	16.5	0.9
19	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino	23.8	1.2
20	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino	22.6	1.2
21	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Mezquite	7.7	0.4
22	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	57.1	3.0

En la siguiente figura se representan los diversos tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el SAR.



Mapa IV. 10 Uso de suelo y vegetación en el SAR (INEGI, 2016).



Para las cubiertas naturales, hay diversas clasificaciones descritas para la vegetación de México, en este documento se retoman las postuladas por Rzedowski (Rzedowski J., Vegetación de México, 2006) y la CONABIO (CONABIO, 2008) de acuerdo con la sinonimia presentada en la cartografía (INEGI, 2016).

Bosque de Encino

De acuerdo con la descripción de Rzedowski (2006), los bosques de *Quercus* son cubiertas vegetales característicos de las zonas montañosas de México. Junto con los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo.

Estos macizos vegetales no están limitados a estas condiciones ecológicas, pues también se encuentran en regiones de clima cálido, así como en regiones húmedas e incluso en las semiáridas, sin embargo, en estas últimas asumen con frecuencia la forma de matorrales (forma arbustiva).

Los encinares guardan relaciones complejas con los pinares, con los cuales comparten afinidades ecológicas generales, lo que deriva en una alta frecuencia de bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus* en el país. Cabe señalar el hecho de que, al parecer, la intervención humana ha complicado aún más la situación original (Rzedowski J., Bosque de *Quercus*, 2006), ya que los límites entre estas dos comunidades no están definidos y es común encontrar perturbaciones en su distribución.

También se relacionan los bosques de *Quercus* con los de *Abies* y con el bosque mesófilo de montaña, así como con diversos tipos de bosques tropicales, las sabanas y otros tipos de pastizales, lo cual es explicable en función de su extensa amplitud ecológica.

Se encuentran desde el nivel del mar hasta 3,100 msnm aunque más de 95% de su extensión se halla en altitudes entre 1,200 y 2,800 m. Constituyen el elemento dominante de la vegetación de la Sierra Madre Oriental, pero también son muy comunes en la Occidental, en el Eje Volcánico Transversal, en la Sierra Madre del Sur, en las sierras del norte de Oaxaca y en las de Chiapas y de Baja California. Con frecuencia la franja del encinar se ubica a niveles altitudinalmente inferiores que la del pinar, pero esta disposición no se cumple en muchas regiones y a veces se invierte. Los bosques de *Quercus* de clima caliente se distribuyen en forma de manchones discontinuos a lo largo de ambos litorales, desde Nayarit y Tamaulipas hasta Chiapas, incluyendo el extremo sur de Campeche.

Este tipo de vegetación se ha observado sobre diversas clases de roca madre, tanto ígneas, como sedimentarias y metamórficas, así como en suelos profundos de terrenos aluviales planos, pero tales terrenos casi en todos los casos se dedican hoy a la agricultura. No es rara su presencia en suelos someros de terrenos muy rocosos e inclinados o de pedregales. Los encinares pueden presentarse como bosques puros, dominados por una o varias especies de *Quercus*. Sin embargo, lo más frecuente es que incluyan en su composición otros árboles diversos, de los cuales es más a menudo su relación con: *Abies*, **Alnus*, *Arbutus*, **Buddleia*, *Cercocarpus*, *Crataegus*, *Cupressus*, **Fraxinus*, **Garrya*, *Juglans*, *Juniperus*, *Pinus*, **Platanus*, **Populus*, **Prunus*, *Pseudotsuga* y **Salix*, (siendo los marcados con * más característicos de arroyos, fondos de cañadas o habitats similares).



Bosque de Pino

Los pinares son comunidades vegetales muy características de México y ocupan vastas superficies de su territorio. Aunque la mayoría de las especies mexicanas de *Pinus* posee afinidades hacia los climas templados a fríos y semihúmedos y hacia los suelos ácidos, existen notables diferencias entre una especie y otra y algunas que no se ajustan a estas normas prosperan en lugares francamente calientes, en lugares húmedos, en los semiáridos, así como sobre suelos alcalinos. Por otra parte, dentro de las mismas zonas de clima templado y semihúmedo, los pinares no constituyen el único tipo de vegetación prevaeciente, pues compiten ahí con los bosques de *Quercus* y a veces se presentan un bosque mixto con *Abies*, *Juniperus*, *Alnus* y con algunas otras comunidades vegetales.

Como ya se explicó en el Bosque de *Quercus*, se presenta una asociación importante entre estas dos comunidades que deriva en interrelaciones sucesionales complejas ya que ambos convergen en nichos similares, lo que dificulta su separación y estudio, por lo que diversos autores han optado por unificar su caracterización (Leopold, 1950; Hernández X., 1953; Martin, 1958; Guzmán y Vela, 1960; Duellman, 1965; Smith, 1965; Rzedowski, 1966; Rzedowski y McVaugh, 1966; y otros) (Rzedowski J. , Bosque de Coníferas, 2006).

Bosque de mezquite

De acuerdo con la sinonimia, ésta cubierta vegetal también recibe el nombre de Bosque espinoso (Rzedowski, 2006), se caracteriza por tener un porte bajo y una parte considerable de sus componentes son árboles espinosos. Se desarrolla en un clima más seco que el correspondiente al bosque tropical caducifolio, pero, a la vez, más húmedo que el propio de los matorrales xerófilos; no obstante, muchas veces se presenta también en las mismas regiones en que se desarrolla el primer tipo de vegetación mencionado, este tipo de vegetación no está limitado en su distribución a los climas cálidos subhúmedos, sino que también existe en la Altiplanicie, en altitudes a veces superiores a 2,000 m, donde todos los años hay heladas y el clima es semiseco o en ocasiones francamente seco, es decir, los límites altitudinales de esta formación en México son desde 0 hasta 2,200 m y por consiguiente existe en una gran variedad de climas, desde los calientes, los templados y desde los semihúmedos hasta secos, las temperaturas medias anuales correspondientes son de 17 a 29° C y las oscilaciones estacionales de 4 a 18° C, medidas como diferencia entre las temperaturas medias de los meses más calientes y más fríos del año. La precipitación media anual varía de 350 a 1 200 mm, con 5 a 9 meses secos. Esta vasta amplitud ecológica del Bosque espinoso deriva en un continuo cambio morfológico de sus componentes y no se encuentra del todo bien delimitada cuando está presente o en transición con las ya mencionadas. Este tipo de vegetación tiene comúnmente 4 a 15 m de altura y, a menudo, se observa como una formación densa a nivel de estrato arbóreo. Este, sin embargo, no es el caso de muchos mezquiales, que forman un bosque más bien semiabierto o abierto. En general las comunidades aquí adscritas son más o menos caducifolias (Rzedowski J. , Bosque espinoso, 2006).

En todos los casos abundan las especies espinosas y con cierta frecuencia existen también cactáceas candelabrifformes asociadas. Las trepadoras leñosas son muy escasas, en cambio las epifitas de tipo xerófilo, sobre todo especies de porte pequeño del género *Tillandsia*, pueden en ocasiones cubrir densamente las ramas de los árboles.

Selva Baja Caducifolia



Rzedowski (2006) clasifica esta cobertura como Bosque tropical caducifolio, ya que de acuerdo con su definición son bosques de clima cálido, dominado por especies arborescentes que pierden el follaje en la época de estiaje y no alcanzan el porte de una selva ecuatorial, de acuerdo con el gradiente de humedad (mayor a menor) se posiciona entre el Bosque tropical subcaducifolio (que pierde el follaje temporalmente y en una menor proporción del estrato arbóreo durante el estiaje) y el Bosque espinoso, En la gran mayoría de los casos es bastante fácil distinguir el bosque tropical caducifolio de las demás comunidades vegetales, tanto por su fisonomía y fenología peculiares, como por su composición florística y por sus requerimientos ecológicos. En cuanto a su distribución geográfica, esta formación es particularmente característica de la vertiente pacífica de México (Rzedowski J. , Bosque tropical caducifolio, 2006).

El bosque tropical caducifolio se desarrolla en México entre 0 y 1,900 m de altitud, más frecuentemente por debajo de la cota de 1,500 m. Al igual que en el caso de los tipos de vegetación anteriormente descritos, un factor ecológico de mucha significación que define la distribución geográfica es la temperatura y en especial la mínima extrema, que en general no es menor de 0° C. La temperatura media anual es del orden de 20 a 29° C. En cuanto a la humedad, el aspecto de mayor importancia es su distribución francamente desigual a lo largo del año, dividiéndose éste en dos estaciones bien marcadas: la lluviosa y la seca. El número de meses secos consecutivos varía de 5 a 8, lo cual da idea de lo acentuado de la aridez entre diciembre y mayo (temporada de estiaje).

Otro aspecto importante de este conglomerado vegetal es que los vínculos geográficos de la flora de este tipo de vegetación señalan una fuerte predominancia de elementos neotropicales y escasez o ausencia de los holárticos. El número de endemismos, sobre todo a nivel de especie, es considerable. La característica más sobresaliente de esta formación vegetal la constituye la pérdida de sus hojas durante un periodo de 5 a 8 meses (estiaje); así los dos aspectos estacionales del bosque contrastan, por un lado el predominante gris y desolado aspecto de la época seca la espesura de verde follaje durante el periodo lluvioso. La pérdida de las hojas afecta la gran mayoría, o a menudo la totalidad, de los componentes de la comunidad y aunque la caída del follaje no es necesariamente simultánea para las diferentes especies, son muchos los meses durante los cuales se mantiene la fisonomía la correspondiente al letargo estacional, que se ve interrumpida solamente, a veces, por el verdor de alguna cactácea u otro de los escasos elementos siempre verdes.

Hacia mediados o fines de la época de sequía, cuando la temperatura alcanza sus valores máximos anuales, muchas especies leñosas se cubren de flores, ya que numerosas plantas de esta comunidad nunca poseen hojas y flores al mismo tiempo. La composición florística de este tipo de Bosque tropical es variable dependiendo de la cuenca y vertiente que se encuentre en descripción, en el estado de Oaxaca se encuentra un conjunto que está compuesto en su mayoría en las zonas encañonadas de clima relativamente seco que (similar a lo descrito para el Río Tehuantepec y sus afluentes, en el sureste de Oaxaca), la vegetación también lleva como dominantes o muy importantes las especies de *Bursera*, al menos en altitudes entre 400 y 1,700 m, y sobre diferentes tipos de substrato geológico, destacan además los siguientes géneros: *Lysiloma*, *Ceiba*, *Amphipterygium*, *Plumeria*, *Cercidium* y diversas cactáceas columnares.

Pastizal inducido

Vegetación dominada por plantas del estrato herbáceo, principalmente dominada por gramíneas o graminoides (pastos, zacates, etc.) se encuentra en cualquier clima del país. La mayoría de los pastizales se utilizan para la producción ganadera,



en algunos lugares con intensidad excesiva (sobrepastoreo). Algunos pastizales se derivan de bosques o matorrales que por acción del ganado y el fuego se mantienen de forma alterada (SEMARNAT, 2015).

Esta comunidad presenta diversas condiciones climáticas, su distribución se debe principalmente a las actividades antrópicas (agrícolas, pecuarias e incendios), aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal. De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de pino y de encino, característicos de las zonas montañosas de México.

Por debajo de los 3,000 m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los bosques de encino y pino son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima. Entre los géneros a los que pertenecen las gramíneas dominantes pueden citarse: *Andropogon*, *Aristida*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Deschampsia*, *Hilaria*, *Muhlenbergia*, *Stipa*, *Trachypogon* y *Trisetum*. Menos frecuentes o quizá menos fáciles de identificar son los pastizales originados a expensas de matorrales xerófilos y aun de otros pastizales.

Otro grupo de pastizales inducidos que destacan mucho, son los que se observan en medio de la Selva Baja Caducifolia, sobre todo en la vertiente pacífica, donde aparentemente prosperan como consecuencia de un disturbio muy acentuado. Casi siempre se ven en las cercanías de los poblados y se encuentran tan intensamente pastoreados que durante la mayor parte del año la cubierta vegetal de tipo "herbácea" no pasa de una altura media de 5 cm. Son sometidos a fuegos frecuentes y la acción del pisoteo parece ser uno de los principales factores de su existencia. El largo periodo de sequía hace que tengan un color amarillo pajizo durante más de 6 meses. Las especies dominantes más comunes pertenecen aquí a los géneros: *Bouteloua*, *Cathastecum*, *Hilaria*, *Trachypogon* y *Aristida*. También son abundantes algunas leguminosas. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Erioneuron pulchellum* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex*, *Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp.* (Zacate cadillo o Roseta), *Lycurus phleoides*, *Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles (INEGI, 2016).

Caracterización de la vegetación en el Área del Proyecto.

Tomando como base la caracterización realizada en el punto anterior, se determinó la composición florística del Área del Proyecto, se consideró la disposición de los elementos presentes y lo referido por la bibliografía. Por cada cobertura y uso de suelo determinado se realizó una descripción de las condiciones y elementos que lo componen dentro del Área del Proyecto



(AP): Sin embargo, se optó por no considerar el Pastizal inducido ya que se pudo observar que es una condición dominante en todo el SAR, impulsado por las actividades agropecuarias que se realizan en el SAR, por lo cual, por definición se tendría que caracterizar a toda el área como Pastizal inducido, sin embargo, se encontraron las condiciones adecuadas para que las otras coberturas naturales pudieran tener un desarrollo secundario y en algunos puntos la sucesión natural tiende a la restauración clímax.

Bosque de Encino

Se encontraron relictos de Bosque de Encino en la porción Noreste y Sur del Área del Proyecto (AP), no obstante, estos sitios presentan claros indicios de perturbación, tales como apertura de áreas de cultivo y agostadero para ganado caprino, así como contaminación de suelos por residuos sólidos y presencia de brechas para pastoreo. Sin embargo, se observó que una porción relativamente grande que se encuentra en las áreas colindantes en zonas a mayor altitud sobre los taludes de las porciones montañosas se halla en una mejor condición en cuanto a la composición florística, incluso se puede notar en la parte NE del AP que debido a las condiciones climáticas y orográficas, hay un ecotono entre el Bosque de Encino y la Selva Baja Caducifolia, cabe mencionar que en esta zona se presentan conflictos sociales referidos a la apertura del proyecto, por lo que se le recomendó al equipo de trabajo no acceder al cadenamiento propuesto y no se pudo realizar un conteo e identificación exacto de especies presentes, sin embargo, si se tiene un registro potencial del listado de especies que por su ubicación son coincidentes con lo observado a larga distancia.

Como elementos característicos de esta cubierta vegetal se tiene en primer lugar a la familia Fagacea representada en su mayoría y que da nombre a este tipo de vegetación por el género *Quercus* con siete especies potenciales: *Q. glaucooides*, *Q. ocoteifolia*, *Q. castanea*, *Q. magnoliifolia*, *Q. laurina*, *Q. glabrescens*, y *Roldana candicans*. Asimismo, se presentan elementos de la familia Bromeliaceae, con una especial asociación con el género *Tillandsia*, entre las que destaca *T. oaxacana* y *T. mitlaensis*. También se encontraron elementos de pino, una clara composición de Bosque de Pino – Encino, con elementos del género *Pinus* como *P. ayacahuite*, *P. pseudostrobus oaxacana* y *P. teocote*. Otros elementos como *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos pungens*, *Ehretia tinifolia* y *Sambucus canadensis* son reconocibles en esta asociación natural.

Esta cobertura representa un ecosistema natural con un alto contenido de especies naturales, sin embargo también se encuentran elementos característicos de perturbación como *Ricinus communis* y algunos pastos como *Melinis repens*.

En general, está cubierta vegetal se observa en buen estado de conservación en las partes menos accesibles y más elevadas, a pie de cerro presenta una mayor deforestación y reducción del área natural esperada, su diversidad de especies es elevada y en algunas áreas, sobre todo al Sur del AP, en condiciones secundarias.



Foto IV.21. Bosque de Encino y Pino – Encino en las porciones más elevadas de las laderas por donde proyecta el trazo del Libramiento Sur.

Selva Baja Caducifolia

Esta cubierta vegetal es tal vez la que presenta un mayor impacto en su composición, ya que de acuerdo con el INEGI (INEGI, 2016), solo se localizan polígonos con esta cubierta en la parte Noroeste del AP, con una porción muy reducida en su composición, ya que la bibliografía refiere que en toda esta zona se emplazaba de forma natural un corredor con este tipo de vegetación, asimismo, se pudo observar que es concordante lo existente en lo establecido por el INEGI con lo encontrado en la visita de campo, sin embargo, las condiciones encontradas son de una condición secundaria tanto de SBC como de Matorral Micrófilo y Matorral Sarco crasicauale, por lo que se deduce que al existir un ecotono altitudinal originalmente, la perturbación humana de estos ecosistemas ha derivado en una mezcla de elementos que aumentan la zona de transición entre una y otra, anulando por secciones los elementos primordios de la SBC y aumentado el área de los matorrales, esta combinación de especies también ha favorecido la presencia de elementos invasores en las áreas que se han aperturado para el cultivo de maíz y alfalfa, así como de calabaza y zonas para el pastoreo de ganado menor (caprino en su mayoría).

Los elementos que más destacan en esta cubierta vegetal son los representantes de la familia Fabaceae en estrato arbóreo, tales como *Lysiloma microphylla*, *Bauhinia* sp., *Eriythyna* sp. y *Leucaena leucocephala*, otras especies presentes características son *Plumeria rubra*, *Dioscorea* sp., *Ipomoea muruoides* y las *Burseras*, dentro de esta familia se encontraron varias especies, lo cual es concordante con la distribución natural del género *Bursera*, ya que son un componente característico de las selvas mexicanas, la mayor diversidad y abundancia de estas especies se dan en la vertiente del Pacífico, así como los endemismos (México concentra 84 especies, de las cuales, el 95% son endémicas) (Montaño-Arias & Espinosa). Otro punto importante de este género es que se emplea como indicador para la determinación de sitios clímax, ya que su presencia disminuye en condiciones de perturbación. De forma potencial, se detectaron 22 especies con patrones de distribución natural dentro del AP y SAR. Sin embargo, se tiene registro directo de al menos cinco especies dentro del AP: *B. excelsa*, *B. bipinnata*, *B. fagaroides*, *B. galeottiana* y *B. graveolens*.



Como ya se mencionó, la cubierta natural presenta perturbación, ya que dentro del AP se detectaron cultivos de maíz en la misma zona donde se encuentran estos elementos de SBC, con otros componentes que delatan la perturbación como *Dodonaea viscosa*, *Vachellia sp.* y *Baccharis salicifolia*.



Foto IV.22. Estados de conservación de la SBC, de arriba izquierda hacia la derecha y luego abajo: A) SCB con condición secundaria en transición con Matorral sarco – crasicaule y junto a campos de cultivo de maíz; B) SBC con elementos candelabriformes en condiciones secundarias; C) Vista panorámica de la SBC entre el cadenamamiento 301+000 y 302+000; D) Comparativo de ladera en el SAR con SBC que presenta elementos clímax del género *Bursera*.



Bosque espinoso

También se le denomina mezquital o Bosque de Mezquite, por la clara dominancia del género *Prosopis* sobre las demás fabáceas, dentro del AP se detectaron porciones con esta cobertura en el Noroeste, hacia el final del cadenamamiento.

El bosque espinoso está representando las coberturas con un mayor número de componentes con espinas, dominando la familia Fabaceae en los estratos arbustivo y arbóreo, con un número importante de renuevos de esta misma familia, presentado una composición con dos fases principales de fenología, marcadas por la época de lluvia. El porte arbóreo no sobrepasa los tres metros de alto, por lo que la altura característica de esta cubierta vegetal es más bien baja y se puede llegar a confundir con un matorral microfilo.

Este tipo de vegetación presenta una dominación del entorno de *Prosopis laevigata*, aparentemente tiene una presencia natural, sin embargo, no es poco común que se haya introducido esta especie como forrajera, para aprovechamiento maderable y como cercas vivas para delimitar linderos, lo que ha incrementado su presencia en espacios que están en renovación o sucesión ecológica, aprovechando los nichos que podrían estar ocupados por otras especies nativas.

Asimismo, se acompaña de otros elementos espinosos como *Vachellia farnesiana* y *Mimosa sp.*, están presentes en áreas con franca perturbación, rodeados de cultivos y cercano a áreas pobladas.



Foto IV.23. Bosque espinoso con indicios de perturbación, la dominancia prevalece para el mezquite (*Prosopis laevigata*) en el estrato arbóreo (arriba izquierda).



Matorrales

Se determinó que dentro del AP se encuentran asociaciones con diferente composición dominante, en la parte Norte, donde converge la SBC, se encontraron elementos típicos de un Matorral sarcocaula, con presencia de cactus candelabriformes y algunas biznagas (*Mammillaria karwinskiana* aff. *beiselii* se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Bajo Protección Especial), así como integrantes de la familia Asparagaceae y Bromeliaceae.

Por otro lado, se encontró en el Sur del AP componentes de un matorral rosetófilo con un alto impacto, en el que se observa que ha sido deforestado para el aprovechamiento del área como pastizal, sin embargo, aún se conservan elementos naturales y se ha iniciado una etapa de restauración ecológica con especies pioneras como leguminosas. Las especies presentes son *Yucca periculosa*, y al menos tres especies de *Agave spp.*



Foto IV.24. *Stenocereus stellatus* en asociación con *Catopsis compacta*; Elementos rosetófilos nativos que le confieren la condición dominante al matorral.



Uso de suelo agrícola y Urbano

Se pudo observar que en la mayor parte del trazo de AP se encuentran grandes extensiones de uso urbano y en áreas con lo que parece ser pastizal inducido, así como campos de cultivo de riego y temporales, en ambos casos se observa que la rotación de los cultivos es semipermanente anual, los principales cultivos empleados en el área son maíz, alfalfa, calabaza y otras cucúrbitas, brassicas, carrizo y maguey.



Foto IV.25. Uso de suelo agrícola en el AP, se encontraron cultivos de maíz, alfalfa, cucúrbitas, carrizo y brassicas.

Respecto a los tipos de vegetación y usos del suelo se puede establecer que este componente ha sido altamente impactado en la región, sobre todo en la zona de los Valles en donde el terreno plano es idóneo para el desarrollo de la agricultura. También es importante mencionar que el desarrollo de este tipo de actividad económica es sustento para muchas familias en la región, por lo que es importante que la conservación del territorio se encuentre perfectamente delimitada con base en la vocación de los territorios y sobre todo en la planeación de crecimiento tanto de la población como en el desarrollo de las actividades.

A continuación se presentan las superficies de Vegetación y Usos de suelo acotadas a trabajo de campo, las cuales pueden tener una variación con las superficies establecidas por el INEGI para los usos de suelo y vegetación; sin embargo se deberá recordar que la elaboración de la cartografía por dicha institución es gran a escala, por este motivo, la estimación de superficies aquí presentada es mucho más atinada, pues muchos de estos sitios fueron visitados y/o trascurridos a caminata por el equipo de campo y otros se delimitaron mediante la aplicación del Modelo de NVDI⁴ en imágenes de satélite SENTINEL.

Tabla IV. 9. Usos de Suelo y Vegetación a lo largo del Trazo del Libramiento Sur de Oaxaca.

Nombre de la Vegetación / Uso de Suelo	Superficie por USV en (ha)
Usos de Suelo en el Trazo del Proyecto	
Agricultura de riego anual y semipermanente	51.87
Agricultura de temporal	8.21
Agricultura de temporal anual	113.42
Agricultura de temporal anual y permanente	65.70
Asentamientos humanos	2.06
Vías Terrestres	
Total	266.09
Tipos de Vegetación en el Trazo del Proyecto	
Pastizal inducido	122.46
Vegetación riparia	29.74
Vegetación Secundaria de bosque de encino	33.26
Vegetación Secundaria de bosque de mezquite	2.94
Vegetación Secundaria de matorral micrófilo	6.86
Vegetación Secundaria de matorral micrófilo y rosetófilo	12.67
Vegetación Secundaria de SBC	15.01
Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia y Matorral Sarco-Crassicaule	15.65
Total	238.58
Total de sumatoria de las superficies	504.67

El desglose de superficies nos arroja las siguientes superficies:

- La utilización de 266.09 ha de superficie con usos variados para el desarrollo de la agricultura en gran medida y con menor proporción para el urbano construido.
- La utilización y afectación de 238.58 ha de superficie con distintos tipos de vegetación (de las cuales una de estas es de tipo inducido)

⁴ El NVDI o índice de vegetación, es un parámetro que se obtiene a partir de los valores de reflectancia de las bandas espectrales del rojo (R) y el infrarrojo cercano (IR) de cualquier sector satelital, cuyo intervalo de variación, al estar normalizado queda comprendido entre el -1 y +1, bajo la siguiente fórmula: $NVDI = \frac{IR - R}{IR + R}$ [1.1]. Las áreas con vegetación presentan valores positivos de NVDI, mientras que las nubes, los cuerpos de agua y la nieve tienden a registrar valores negativos. Gómez R.A. 2009. Conceptos de Geomática y Estudios de Caso en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía.

- Finalmente el Proyecto contempla afectar una superficie total de 504.67 ha (y que como se describió en el Capítulo II de la presente MIA-R corresponde a la superficie total del DDV, demasías por cortes de talud y terraplenes y superficies para la construcción de los entronques), las cuales son las que se solicitan a autorización del cambio de uso de suelo a VIA DE COMUNICACIÓN.

A continuación se puede además consultar la tabla de cadenamientos del Proyecto, por tipo de Uso de Suelo y Vegetación a lo largo del trazo.

Tabla IV. 10. Tabla de Usos de Suelo y Vegetación por Cadenamientos en el trazo del Proyecto (AP).

ID	Cadenamiento aproximado de inicio	Cadenamiento aproximado de término.	Tipo de vegetación
1	235+420	236+000	Agricultura de temporal anual
2	236+000	237+000	Agricultura de temporal anual
3	237+000	238+000	Pastizal inducido
4	238+000	239+000	Pastizal inducido
5	239+000	240+000	Agricultura de temporal anual
6	240+000	241+000	Agricultura de temporal anual Agricultura de riego anual y semipermanente
7	241+000	242+000	Agricultura de riego anual y semipermanente Agricultura de temporal anual
8	242+000	243+000	Agricultura de temporal anual
9	243+000	244+000	Agricultura de temporal anual
10	244+000	245+000	Agricultura de temporal anual Bosque de Encino
11	245+000	246+000	Bosque de Encino Agricultura de temporal anual Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino
12	246+000	247+000	Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino
13	247+000	248+000	Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino Agricultura de temporal anual
14	248+000	249+000	Agricultura de temporal Agricultura de temporal anual Bosque de Encino
15	249+000	250+000	Bosque de Encino Agricultura de temporal anual
16	250+000	251+000	Bosque de Encino Agricultura de temporal anual



ID	Cadenamiento aproximado de inicio	Cadenamiento aproximado de término.	Tipo de vegetación
17	251+000	252+000	Agricultura de temporal anual Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino
18	252+000	253+000	Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino Agricultura de temporal anual
19	253+000	254+000	Agricultura de temporal anual
20	254+000	255+000	Agricultura de temporal anual Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino Pastizal inducido
21	255+000	256+000	Pastizal inducido
22	256+000	257+000	Pastizal inducido Agricultura de riego anual y semipermanente
23	257+000	258+000	Pastizal inducido
24	258+000	259+000	Pastizal inducido
25	259+000	260+000	Pastizal inducido Agricultura de temporal anual
26	260+000	261+000	Pastizal inducido Agricultura de temporal anual
27	261+000	262+000	Agricultura de temporal anual
28	262+000	263+000	Agricultura de temporal anual Pastizal inducido
29	263+000	264+000	Agricultura de temporal anual Pastizal inducido
30	264+000	265+000	Agricultura de temporal anual Pastizal inducido
31	265+000	266+000	Agricultura de temporal anual Pastizal inducido
32	266+000	267+000	Agricultura de temporal anual Pastizal inducido
33	267+000	268+000	Agricultura de temporal anual
34	268+000	269+000	Agricultura de temporal anual Agricultura de riego anual y semipermanente
35	269+000	270+000	Agricultura de riego anual y semipermanente
36	270+000	271+000	Agricultura de riego anual y semipermanente
37	271+000	272+000	Agricultura de riego anual y semipermanente

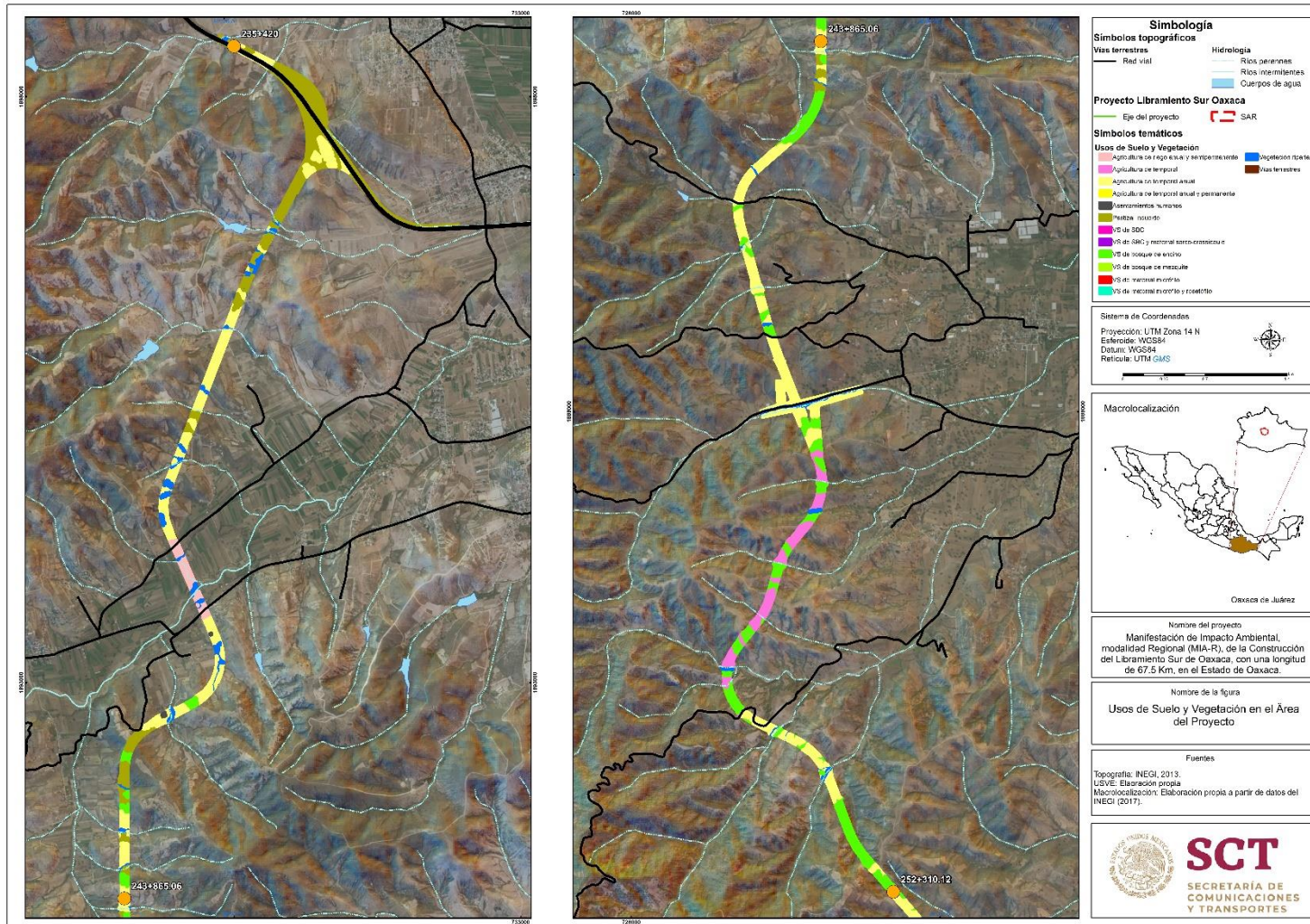


ID	Cadenamiento aproximado de inicio	Cadenamiento aproximado de término.	Tipo de vegetación
38	272+000	273+000	Agricultura de riego anual y semipermanente Vegetación secundaria de Matorral micrófilo y rosetófilo
39	273+000	274+000	Vegetación secundaria de Matorral micrófilo y rosetófilo
40	274+000	275+000	Vegetación secundaria de Matorral micrófilo y rosetófilo Pastizal inducido
41	275+000	276+000	Pastizal inducido Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino
42	276+000	277+000	Pastizal inducido Bosque de Encino
43	277+000	278+000	Pastizal inducido Urbano construido
44	278+000	279+000	Pastizal inducido Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia y Bosque de Pino - Encino
45	279+000	280+000	Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia y Bosque de Pino - Encino Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia y Matorral sarco-crassicaule
46	280+000	281+000	Vegetación secundaria de SBC y Matorral sarco-crassicaule Vegetación secundaria Matorral Micrófilo
47	281+000	282+000	Vegetación secundaria Matorral Micrófilo
48	282+000	283+000	Vegetación secundaria Matorral Micrófilo Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Encino Pastizal inducido
49	283+000	284+000	Pastizal inducido
50	284+000	285+000	Pastizal inducido Agricultura de temporal anual
51	285+000	286+000	Agricultura de temporal anual Pastizal inducido Vegetación secundaria Selva Baja Caducifolia - Matorral micrófilo
52	286+000	287+000	Vegetación secundaria Selva Baja Caducifolia - Matorral micrófilo
53	287+000	288+000	Pastizal inducido Agricultura de temporal anual
54	288+000	289+000	Agricultura de temporal anual Agricultura de temporal anual y permanente
55	289+000	290+000	Agricultura de temporal anual y permanente

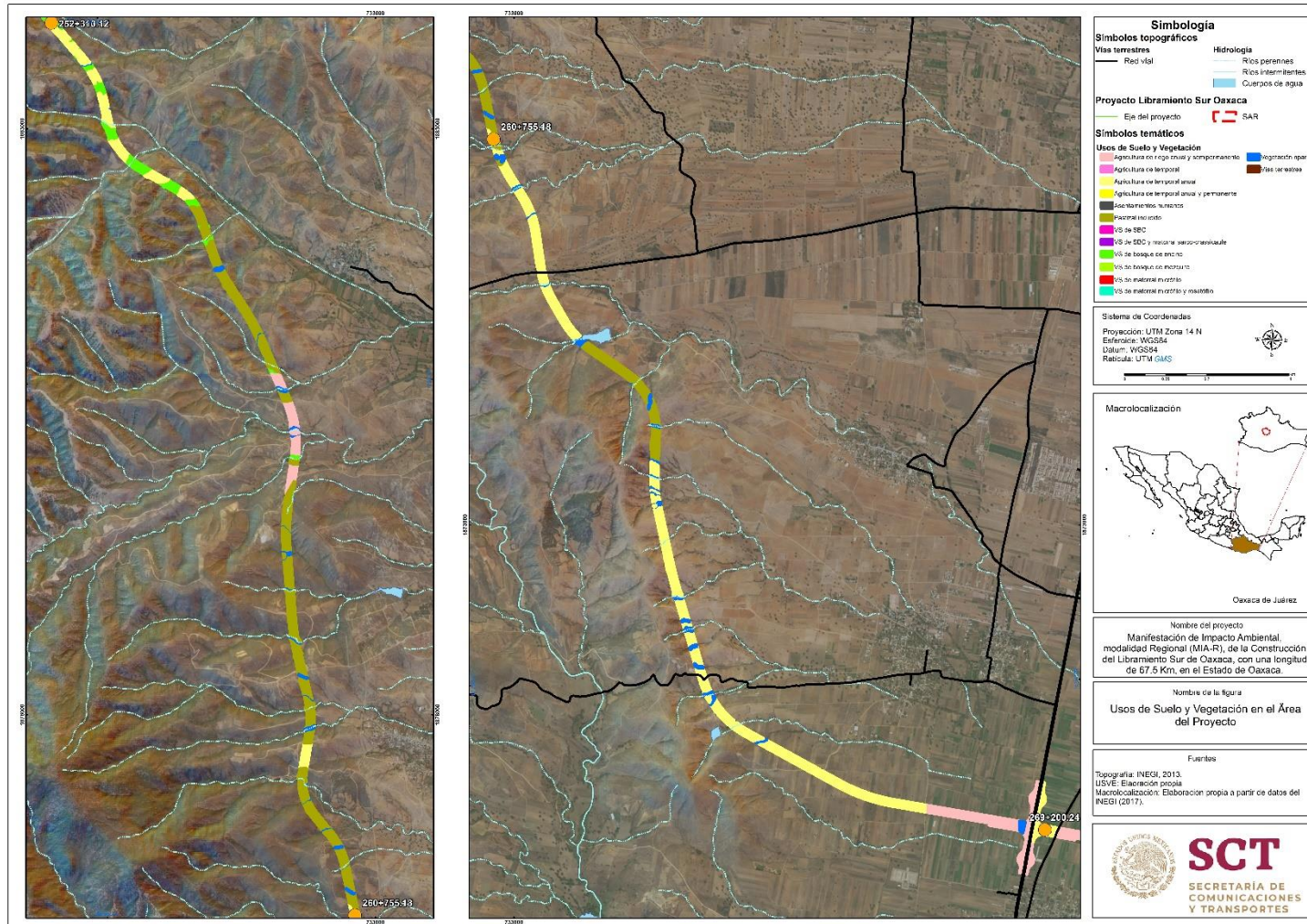


ID	Cadenamiento aproximado de inicio	Cadenamiento aproximado de término.	Tipo de vegetación
56	290+000	291+000	Agricultura de temporal anual y permanente
57	291+000	292+000	Agricultura de temporal anual y permanente
58	292+000	293+000	Agricultura de temporal anual y permanente
59	293+000	294+000	Agricultura de temporal anual y permanente
60	294+000	295+000	Agricultura de temporal anual y permanente
61	295+000	296+000	Agricultura de temporal anual y permanente
62	296+000	297+000	Agricultura de temporal anual y permanente Bosque de Mezquite
63	297+000	298+000	Bosque de Mezquite Agricultura de riego anual y semipermanente Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Mezquite
64	298+000	299+000	Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Mezquite Vegetación secundaria arbustiva de Selva Baja Caducifolia
65	299+000	300+000	Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia
66	300+000	301+000	Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia
67	301+000	302+000	Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia y Matorral sarco-crassicaule
68	302+000	302+964.69	Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia y Matorral sarco-crassicaule Agricultura de temporal anual

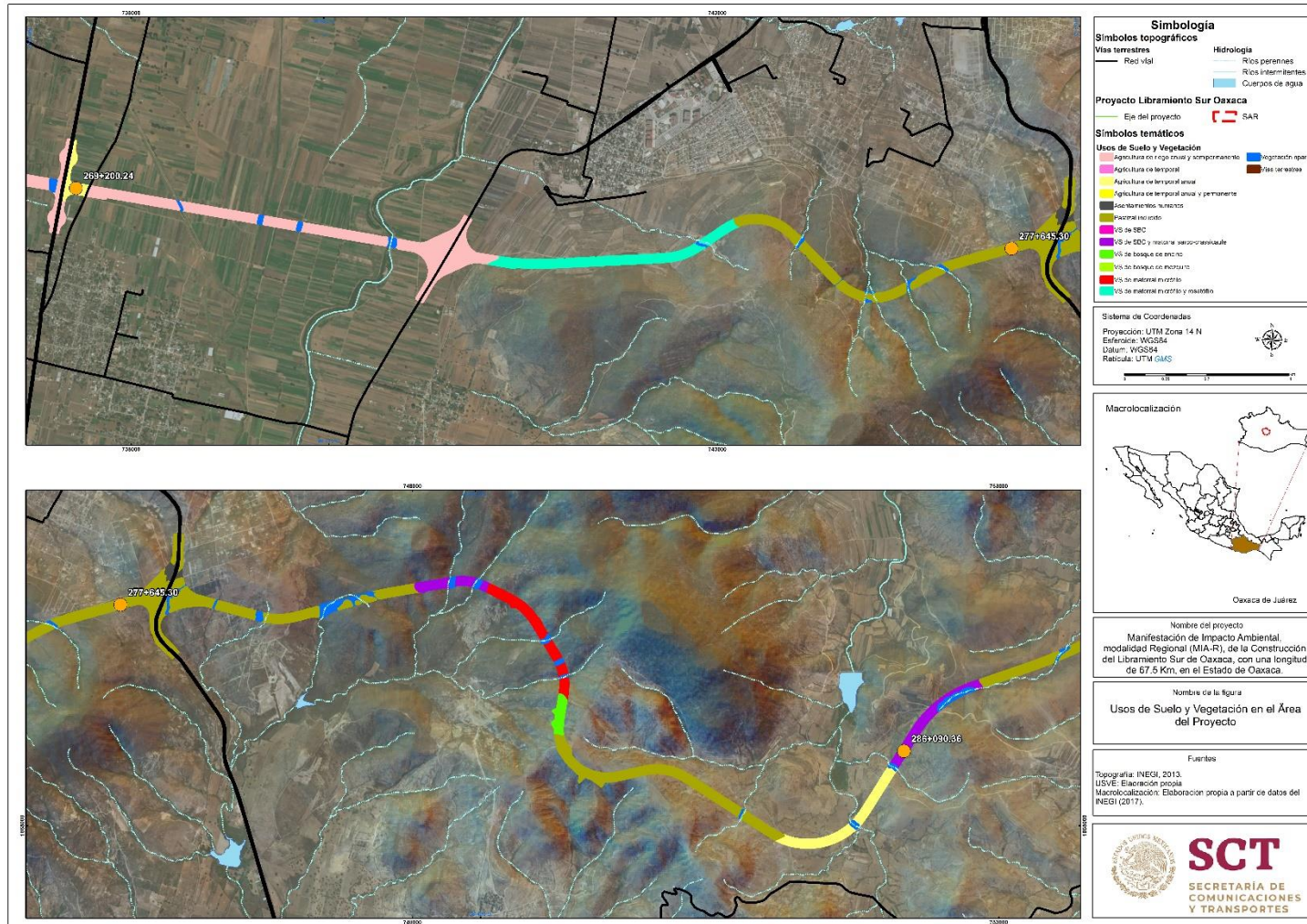
El anterior cadenamiento puede observarse representado en las siguientes figuras.



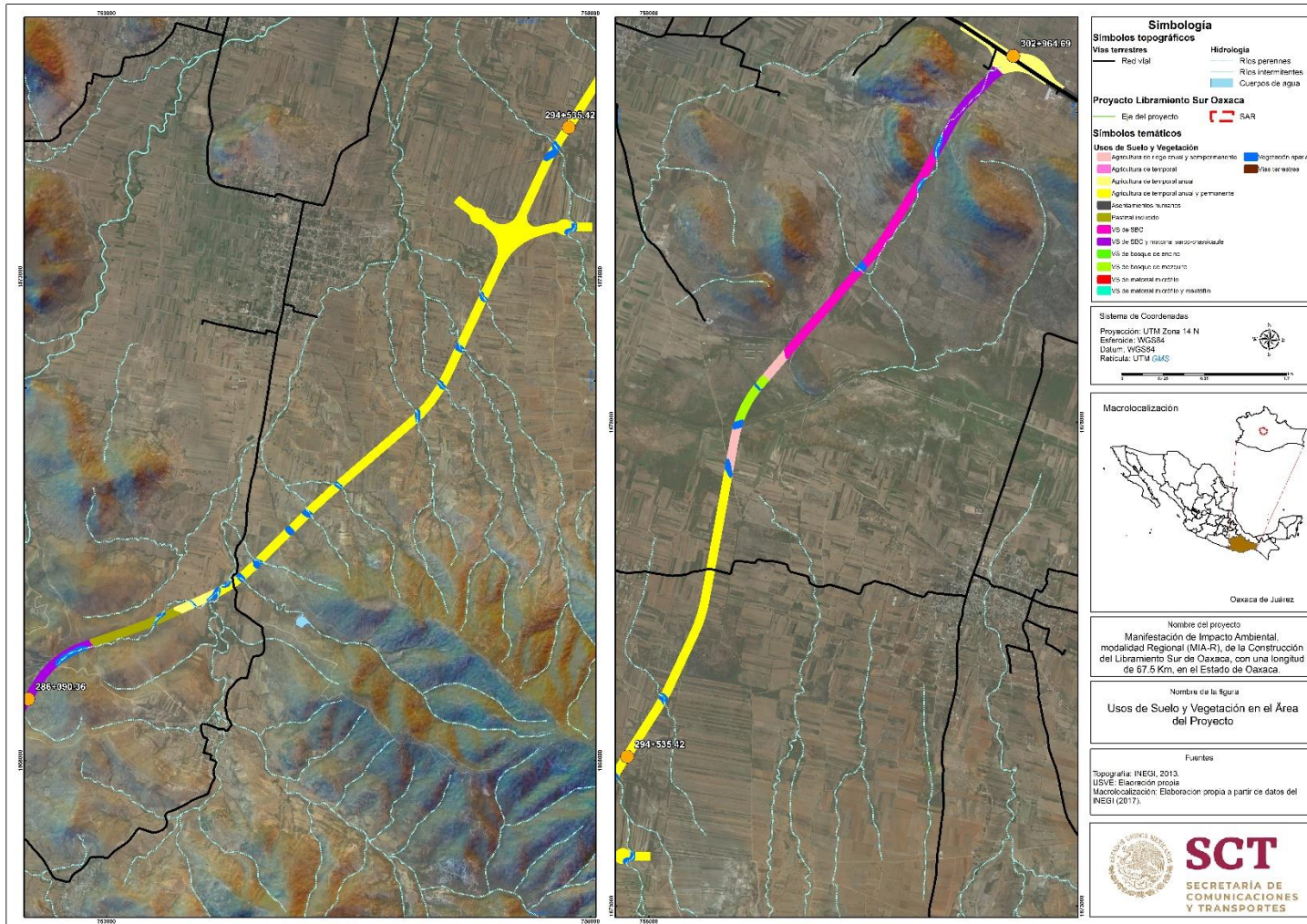
Mapa IV. 11. Cadenamiento por USV entre el km 235+420 al 252+310.



Mapa IV. 12. Cadenamiento por USV entre el km 252+310 al 269+200.



Mapa IV. 13. Cadenamiento por USV entre el km 269+200 al 286+090.



Mapa IV. 14. Cadenamiento por USV entre el km 286+090 al 302+964.89.

Estas figuras se presentan en Mapas en el Anexo IV.4. Mapas de USV por cadenamiento en el trazo del Proyecto.

Flora potencial del área de estudio

Un indicador natural de determinada área es la diversidad de biomas que presenta, así como el número de especies que convergen en dichos ecosistemas. Por lo que, como parte del trabajo de gabinete, se estructuró una búsqueda del potencial florístico que presenta el área del proyecto, de acuerdo con los tipos de vegetación y las provincias florísticas descritos con anterioridad, se realizó una búsqueda con filtros en el portal web de GBIF (GBIF, 2019) que es una herramienta electrónica gratuita que tiene como objetivo principal el facilitar el registro a nivel mundial de la biodiversidad para su estudio y análisis, derivado de lo cual se encontraron registros para 1,399 especies de plantas del *phylum Tracheophyta*, aunado a esto se obtuvieron 43 registros de subespecies para esta área.

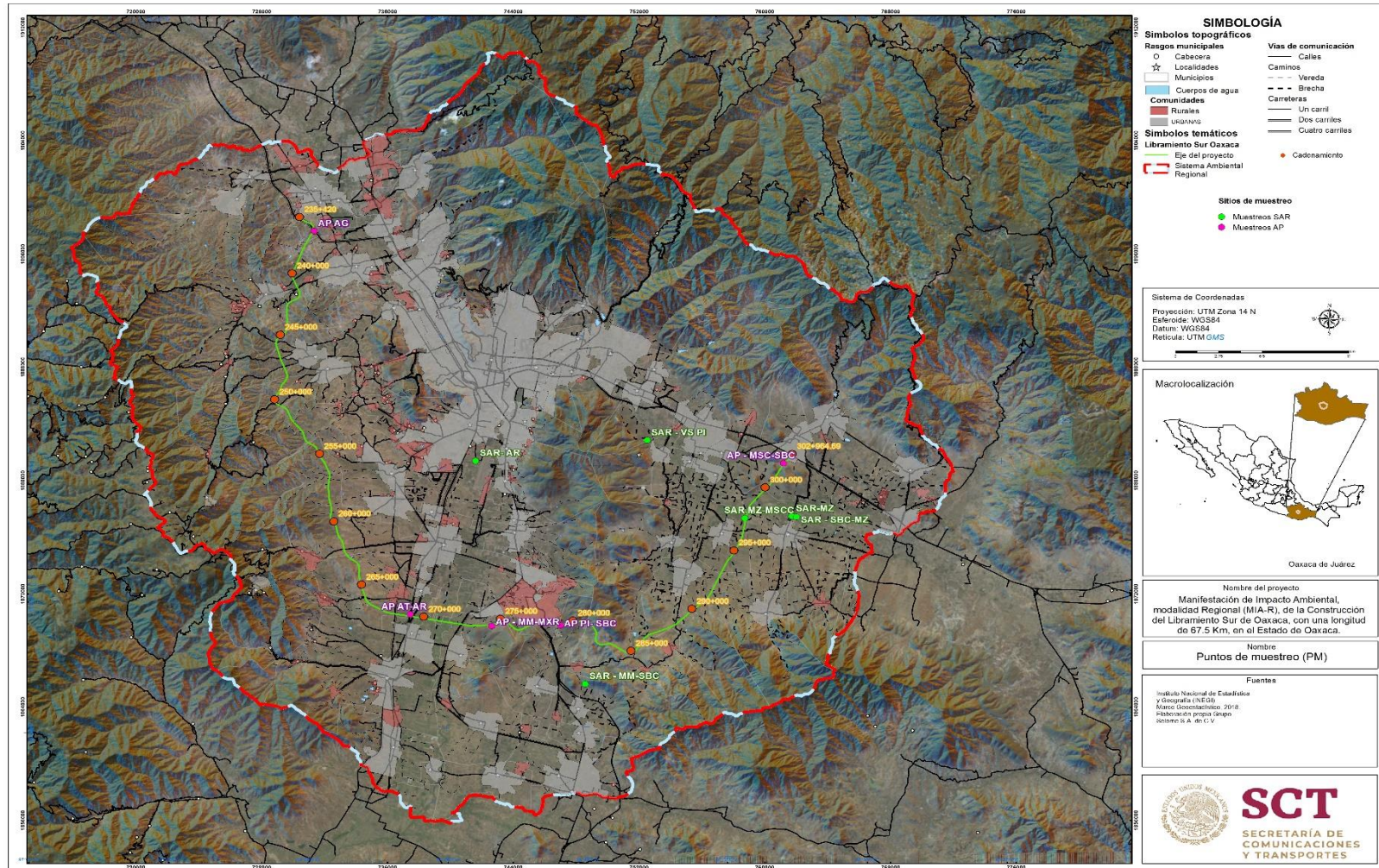
Cabe mencionar que si bien el número de incidencias para el reino *Plantae* es alto, esto tiene como origen que el estado de Oaxaca es uno de los primeros lugares a nivel nacional en cuanto a biodiversidad de estos organismos, aunado a esto se suman aquellas especies que han sido introducidas y que con el tiempo se han arraigado en la zona. Por lo que, este listado contempla tanto especies nativas como introducidas, asimismo, se realizó un análisis cuantitativo por estatus para determinar cuántas especies han afectado los nichos ecológicos naturales, desplazando a las nativas.

Sitios de Muestreo

Se realizaron las actividades de campo durante el mes de octubre, se recorrió el trazo del proyecto y se determinaron diez puntos de muestreo dentro del SAR y el AP, donde se cubrieron los diversos tipos de vegetación presentes en el SAR y el AP. El tipo de muestreo seleccionado fue el estratificado al azar con transectos de al menos 50 metros de largo, la duración de cada sitio fue variable, ya que debido a que aún se están llevando a cabo las actividades de consenso social no fue posible realizar el emplazamiento de cuadrantes delimitados, por lo que se optó por hacer un barrido visual de las especies y se tomaron coordenadas de los sitios con un navegador de geoposición marca Garmin modelo 78s, donde fue posible se realizaron transectos de hasta 200 metros de largo, tratando de abarcar todo el ancho del derecho de vía, con la finalidad de no generar impacto en las coberturas, no se tomaron muestras de germoplasma, estructuras reproductivas o de tejido para la identificación, se usaron guías de clasificación y se tomaron fotografías para la revisión en gabinete de ser necesario. Dentro de estos muestreos de vegetación se identificaron 89 especies vegetales en los diversos estratos, de las cuales 15 son endémicas (12 cuentan con presencia en el AP), contrastando, se identificaron 21 especies que son introducidas a los ecosistemas.

En el siguiente Mapa pueden observarse los Puntos de Muestreo que se realizarán a lo largo del trazo del Proyecto.

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies encontradas en los muestreos, además se incluye su abundancia por punto de muestreo, la caracterización del sitio por tipo de vegetación, el hábito de su distribución y el estatus de conservación.



Mapa IV. 15. Puntos de Muestreo realizados para la Caracterización del Componente "Vegetación".



Tabla IV. 11. Listado de Flora identificada en los trabajos de Campo en el AP, para la caracterización de la Vegetación.

Especies	Matorral Microfilo		Bosque espinoso		SBC		Bosque de Pino - Encino		Agricultura de riego y temporal		Distribución: In= Introducida En= Endémica N= Nativa	CITES	NOM-059 Pr= Bajo Protección especial	RED LIST UICN VU= Vulnerable LC= Least concern	Especie prioritaria DOF
	SAR (5)	AP (4)	SAR (8)	AP (7)	SAR (10)	AP (9)	SAR (2)	AP (6)	SAR (1)	AP (3)					
<i>Agave americana</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Agave angustifolia</i>	5	-	-	4	-	8	-	-	-	-	En	-	-	-	-
<i>Agave karwinskii</i>	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	En	-	-	-	-
<i>Agave potatorum</i>	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	En	-	-	-	-
<i>Agave vivipara</i>	-	5	-	-	-	12	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Agrostis sp.</i>	-	-	-	-	20%	35%	-	-	-	-	In	-	-	-	-
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	In	-	-	-	-
<i>Anaphalis margaritacea</i>	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	In	-	-	-	-
<i>Arundo donax</i>	-	-	-	6	Cultivo	-	-	-	-	Cultivo	In	-	-	-	-
<i>Baccharis sordescens</i>	-	-	27	17	-	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Bidens pilosa</i>	-	-	32	-	-	-	-	-	-	18	N	-	-	-	-
<i>Boerhavia coccinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	N	-	-	-	-
<i>Bougainvillea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	In	-	-	-	-



Especies	Matorral Microfilo		Bosque espinoso		SBC		Bosque de Pino - Encino		Agricultura de riego y temporal		Distribución: In= Introcducida En= Endémica N= Nativa	CITES	NOM-059 Pr= Bajo Protección especial	RED LIST UICN VU= Vulnerable LC= Least concern	Especie prioritaria DOF
	SAR (5)	AP (4)	SAR (8)	AP (7)	SAR (10)	AP (9)	SAR (2)	AP (6)	SAR (1)	AP (3)					
<i>Bouteloua curtipendula</i>	-	-	-	-	-	-	10%	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Bouteloua gracilis</i>	-	-	-	-	15%	-	35%	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Bouvardia tenifolia</i>	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Brickellia veronicifolia</i>	-	-	-	34	-	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Bursera bipinnata</i>	13	8	-	-	-	-	-	7	-	-	En	-	-	LC	-
<i>Bursera excelsa</i>	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	En	-	-	LC	-
<i>Bursera fagaroides</i>	11	5	-	-	-	8	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Bursera galeottiana</i>	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	En	-	-	-	-
<i>Bursera graveolens</i>	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	En	-	-	-	-
<i>Calliandra houstoniana</i> var. <i>Anomala</i>	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	N	-	-	-	-
<i>Catopsis compacta</i>	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	En	-	-	-	-



Especies	Matorral Microfilo		Bosque espinoso		SBC		Bosque de Pino - Encino		Agricultura de riego y temporal		Distribución: In= Introducida En= Endémica N= Nativa	CITES	NOM-059 Pr= Bajo Protección especial	RED LIST UICN VU= Vulnerable LC= Least concern	Especie prioritaria DOF
	SAR (5)	AP (4)	SAR (8)	AP (7)	SAR (10)	AP (9)	SAR (2)	AP (6)	SAR (1)	AP (3)					
<i>Cenchrus echinatus</i>	-	20%	-	-	-	-	-	35%	-	-	In	-	-	-	-
<i>Cenchrus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15%	-	-	-	-	-
<i>Cnidoscolus multilobus</i>	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	En	-	-	-	-
<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Curcubita pepo</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	8	Cultivo	N	-	-	-	-
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	-	-	5	16	-	-	6	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	In	-	-	-	-
<i>Dactyloctenium aegyptum</i>	20%	15%	50%	-	-	-	-	-	-	15%	In	-	-	-	-
<i>Diospyros sp.</i>	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Dodonaea viscosa</i>	47	-	-	26	-	-	34	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Duranta erecta</i>	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	In	-	-	-	-
<i>Dyssodia papposa</i>	-	-	-	41	16	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-



Especies	Matorral Microfilo		Bosque espinoso		SBC		Bosque de Pino - Encino		Agricultura de riego y temporal		Distribución: In= Introducida En= Endémica N= Nativa	CITES	NOM-059 Pr= Bajo Protección especial	RED LIST UICN VU= Vulnerable LC= Least concern	Especie prioritaria DOF
	SAR (5)	AP (4)	SAR (8)	AP (7)	SAR (10)	AP (9)	SAR (2)	AP (6)	SAR (1)	AP (3)					
<i>Eleusine indica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10%	In	-	-	-	-
<i>Eragrostis cilianensis</i>	-	-	-	40%	-	-	-	-	-	-	In	-	-	-	-
<i>Eucalyptus sp.</i>	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	In	-	-	-	-
<i>Euphorbia heterophylla</i>	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Evolvulus alsinoides</i>	-	-	-	27	-	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Galisongia parviflora</i>	-	-	-	-	-	34	22	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	En	-	-	-	-
<i>Ipomoea murucoides</i>	-	27	-	-	17	-	18	12	-	-	N	-	-	-	-
<i>Ipomoea purpurea</i>	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	-	-	-	-	-	-	15	-	2	-	In	-	-	VU	-



Especies	Matorral Microfilo		Bosque espinoso		SBC		Bosque de Pino - Encino		Agricultura de riego y temporal		Distribución: In= Introducida En= Endémica N= Nativa	CITES	NOM-059 Pr= Bajo Protección especial	RED LIST UICN VU= Vulnerable LC= Least concern	Especie prioritaria DOF
	SAR (5)	AP (4)	SAR (8)	AP (7)	SAR (10)	AP (9)	SAR (2)	AP (6)	SAR (1)	AP (3)					
<i>Juniperus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	-	-	-	-	10	-	5	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Lantana camara</i>	-	-	-	24	20	-	-	-	-	-	In	-	-	-	-
<i>Leucaena leucocephala</i>	-	-	-	-	-	-	3	10	3	3	N	-	-	-	-
<i>Lysiloma acapulcense</i>	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	N	-	-	LC	-
<i>Mammillaria karwinskiana</i>	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	En	-	ssp. beisei en Pr	LC	-
<i>Medicago polymorpha</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cultivo	In	-	-	-	-
<i>Melampodium divaricatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20%	N	-	-	-	-
<i>Melia azedarach</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	In	-	-	-	-
<i>Melinis repens</i>	30%	40%	-	40%	-	-	-	-	35%	30%	In	-	-	-	-
<i>Muhlenbergia aff. rigida</i>	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	In	-	-	-	-
<i>Nolina parviflora</i>	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	En	-	-	-	-



Especies	Matorral Microfilo		Bosque espinoso		SBC		Bosque de Pino - Encino		Agricultura de riego y temporal		Distribución: In= Introcducida En= Endémica N= Nativa	CITES	NOM-059 Pr= Bajo Protección especial	RED LIST UICN VU= Vulnerable LC= Least concern	Especie prioritaria DOF
	SAR (5)	AP (4)	SAR (8)	AP (7)	SAR (10)	AP (9)	SAR (2)	AP (6)	SAR (1)	AP (3)					
<i>Opuntia tomentosa</i>	-	12	-	-	17	12	-	-	-	-	N	-	-	LC	-
<i>Opuntia depressa</i>	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	En	-	-	LC	-
<i>Parthenium incanum</i>	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Physalis lagascae</i>	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	In	-	-	-	-
<i>Pinus devoniana</i>	-	-	-	-	-	-	11	10	-	-	N	-	-	LC	-
<i>Pinus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Pithecellobium dulce</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	N	-	-	-	-
<i>Plumeria rubra</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N	-	-	LC	-
<i>Prosopis laevigata</i>	-	-	34	27	9	11	-	-	4	-	N	-	-	LC	-
<i>Raphanus raphanistrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cultivo	In	-	-	-	-
<i>Rhamnus humboldtiana</i>	-	-	-	-	14	5	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Rhus standleyi</i>	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	En	-	-	-	-
<i>Ricinus communis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	In	-	-	-	-
<i>Ruellia simplex</i>	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-



Especies	Matorral Microfilo		Bosque espinoso		SBC		Bosque de Pino - Encino		Agricultura de riego y temporal		Distribución: In= Introducida En= Endémica N= Nativa	CITES	NOM-059 Pr= Bajo Protección especial	RED LIST UICN VU= Vulnerable LC= Least concern	Especie prioritaria DOF
	SAR (5)	AP (4)	SAR (8)	AP (7)	SAR (10)	AP (9)	SAR (2)	AP (6)	SAR (1)	AP (3)					
<i>Salvia sp.</i>	-	-	-	-	-	35	8	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Sanvitalia procumbens</i>	-	-	-	-	-	16	-	-	15	-	N	-	-	-	-
<i>Solanum erianthum</i>	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Solanum rostratum</i>	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	N	-	-	-	-
<i>Sporobolus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	20%	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stenocereus griseus</i>	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	N	-	-	LC	-
<i>Stenocereus stellatus</i>	-	-	-	5	8	12	-	-	-	-	En	-	-	LC	-
<i>Tagetes erecta</i>	-	-	-	-	-	-	-	40	24	-	N	-	-	-	-
<i>Tecoma stans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	N	-	-	-	-
<i>Tillandsia aff. recurvata</i>	-	-	-	-	-	36	41	-	-	-	N	-	-	-	-
<i>Tribulus cistoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15%	N	-	-	-	-
<i>Vachellia farnesiana</i>	-	10	29	21	10	24	-	15	5	-	N	-	-	-	-
<i>Viguiera dentata</i>	-	-	-	-	-	-	-	52	-	-	N	-	-	-	-



Especies	Matorral Microfilo		Bosque espinoso		SBC		Bosque de Pino - Encino		Agricultura de riego y temporal		Distribución: In= Introducida En= Endémica N= Nativa	CITES	NOM-059 Pr= Bajo Protección especial	RED LIST UICN VU= Vulnerable LC= Least concern	Especie prioritaria DOF
	SAR (5)	AP (4)	SAR (8)	AP (7)	SAR (10)	AP (9)	SAR (2)	AP (6)	SAR (1)	AP (3)					
<i>Zea mays</i>	-	-	-	-	Cultivo	Cultivo	-	-	Cultivo	Cultivo	N	-	-	-	-
<i>Zinnia peruviana</i>	-	-	-	-	26	18	18	10	-	-	N	-	-	-	-
<i>Ziziphus amole</i>	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	En	-	-	-	-



De las especies encontradas, derivó un listado de elementos que presentan algún estatus de conservación internacional, asimismo, se hizo la revisión de la normativa nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010), encontrando que sólo una subespecie latente de *Mammillaria karwinskiana* está bajo el denominado Sujeto a protección especial, no obstante, cabe mencionar que es factible encontrar otras especies que no han sido encontradas dentro de los muestreos, ya sea que su distribución es restringida o se ubican en sitios que no han sido muestreados.

En la siguiente tabla se presentan las especies por tipo de vegetación que presentan endemismo y/o estatus de conservación.

Tabla IV. 12. Especies endémicas y con estatus de conservación.

Tipo de vegetación	Matorral Microfilo y Matorral sarco crasicaule	Bosque espinoso	SBC	Bosque de Pino - Encino
Especies a considerar	<i>Nolina parviflora</i> <i>Opuntia tomentosa</i> <i>Plumeria rubra</i> <i>Bursera bipinnata</i> <i>Agave potatorum</i> <i>Agave karwinskii</i>	<i>Agave angustifolia</i> <i>Opuntia depressa</i> <i>Prosopis laevigata</i> <i>Stenocereus griseus</i> <i>Stenocereus stellatus</i>	<i>Agave angustifolia</i> <i>Bursera graveolens</i> <i>Catopsis compacta</i> <i>Cnidoscolus multilobus</i> <i>Lysiloma acapulcense</i> <i>Mammillaria karwinskiana</i> <i>Opuntia tomentosa</i> <i>Prosopis laevigata</i> <i>Stenocereus stellatus</i>	<i>Bursera bipinnata</i> <i>Bursera excelsa</i> <i>Pinus devoniana</i>

El uso de suelo empleado en las áreas denominadas como de Agricultura Temporal y de Riego presentaron el mayor número de incidencias para las especies introducidas, esto tiene como principal fundamento la exposición de las parcelas hacia especies invasoras, que dominan sobre especies nativas por una mayor resiliencia hacia factores antropogénicos y porque se ubican con un mayor contacto con perturbaciones derivadas de asentamientos urbanos, donde se han sembrado especies exóticas para la revegetación de aceras y zonas públicas. En la siguiente gráfica se observa la variación de especies determinadas en los diversos muestreos y los tipos de vegetación caracterizados.

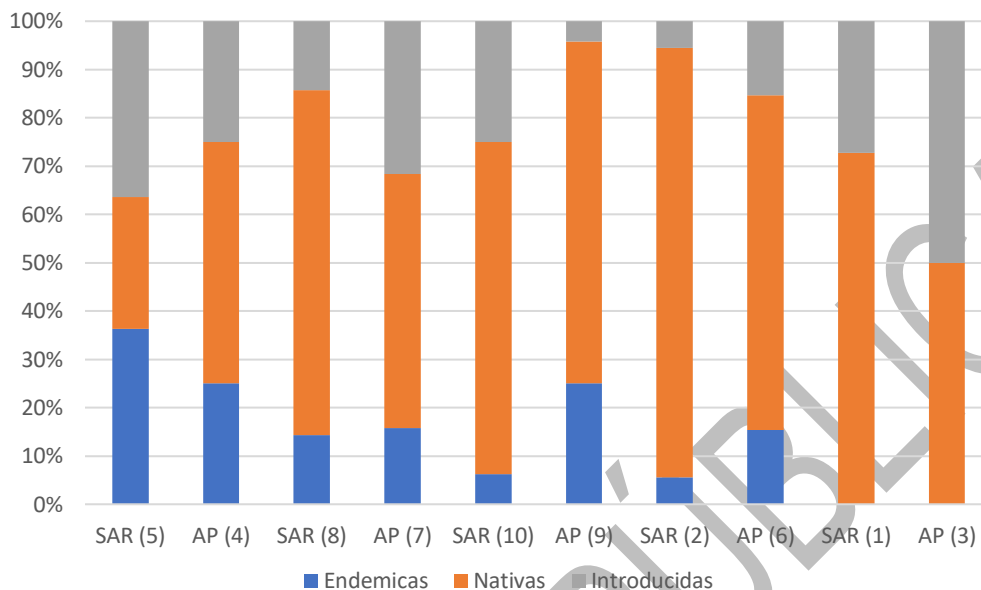


Figura IV. 13 Porcentaje de distribución por sitio de muestreo.

En contraste, la SBC es la cubierta vegetal que menor incidencia de especies introducidas presenta. Por otro lado, los matorrales presentan un mayor número de endemismos, representados principalmente por las cactáceas y las burseras. Asimismo, la SBC también cuenta con un número significativo de endemismos, con lo cual se puede establecer que si bien hay una interacción e inferencia de especies introducidas en estas cubiertas naturales, se conservan elementos nativos que permiten conservar las características primarias de los ecosistemas que se encuentran en condiciones secundarias, pero que podrán reestablecer un hábitat clímax si se les conserva y protege de la explotación desmedida de recursos. También se encontraron especies indicadoras de perturbación ya que son: pioneras de restauración ecológica, especies invasoras y/o características de condiciones inducidas.

Dentro del Área del Proyecto (AP) se encontraron diversos usos del suelo y porciones con cobertura vegetal natural. En general se detectó que los sitios presentan indicios de disturbio en su composición natural por efectos antropogénicos, siendo la contaminación de suelo por sólidos, la apertura de caminos y cambio de uso de suelo para campos de cultivo las principales causas.

Índices de biodiversidad

Después de identificar las especies presentes por sitio de muestreo, se realizó la determinación de estos índices de biodiversidad (IBD) que son herramientas estadísticas para el análisis y cuantificación de la riqueza en los componentes, así como su distribución, para la medición a nivel comunidad se aplicaron los índices alfa para obtener riqueza y equitatividad. Estos índices son los de Simpson, Shannon-Wiener y Pielou.

Índice de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Moreno, 2001).

Índice de Shannon-Wiener o Shannon

La base de datos utilizada para la obtención del índice de diversidad de Shannon-Wiener o Shannon (Shannon y Weaver, 1949) está basada en el número de registros de las especies encontradas en cada zona de muestreo, a través de los datos recabados en la visita a campo del proyecto.

El índice de diversidad de Shannon es uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica (alfa); también conocido como Shannon-Weaver o Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), es un derivado de la teoría de información como una medida de la entropía.

Conceptualmente el índice de Shannon es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de N especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes N-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las N especies fueran igualmente abundantes.

Es decir, al tomar al azar un individuo, en el primer caso se tiene un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1.0, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie. (Martella, y otros, 2012)

Equidad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Matteucci & Colma, 1982).

Estos índices fueron calculados mediante el uso de software especializado para este fin, la herramienta seleccionada fue Past en su versión 3.2, dicho programa es de licencia libre y para consulta abierta. La estimación de los valores se da mediante el ingreso de los datos obtenidos en campo, cruzando el listado de especies observadas por el número de individuos en cada sitio de muestreo.

Los resultados obtenidos para cada sitio de muestreo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV. 13 Índices de Biodiversidad por sitio de muestreo

Índice	SAR (5)	AP (4)	SAR (8)	AP (7)	SAR (10)	AP (9)	SAR (2)	AP (6)	SAR (1)	AP (3)
Dominancia_D	0.2066	0.1353	0.2	0.07674	0.08903	0.06257	0.1039	0.142	0.1773	0.2098



Índice	SAR (5)	AP (4)	SAR (8)	AP (7)	SAR (10)	AP (9)	SAR (2)	AP (6)	SAR (1)	AP (3)
Simpson_1-D	0.7934	0.8647	0.8	0.9233	0.911	0.9374	0.8961	0.858	0.8227	0.7902
Shannon_H	1.894	2.222	1.689	2.69	2.509	2.947	2.49	2.245	1.987	2.041
Equitabilidad_J	0.7898	0.8665	0.8682	0.9134	0.905	0.9272	0.8614	0.8506	0.8286	0.7203
Chao-1	14	16	7	20	22	25	21	15	11.5	72

En las siguientes gráficas se puede observar el comportamiento de los IBD por cada uno de los sitios de muestreo. En el caso de riqueza (Simpson y Shannon-Wiener) se muestra la escala en el eje izquierdo y para la equitatividad (Pielou) se muestra de lado derecho la escala. En este caso, se puede deducir que el sitio de muestreo de AP9 se encuentra con una mayor riqueza y equitatividad de recursos,

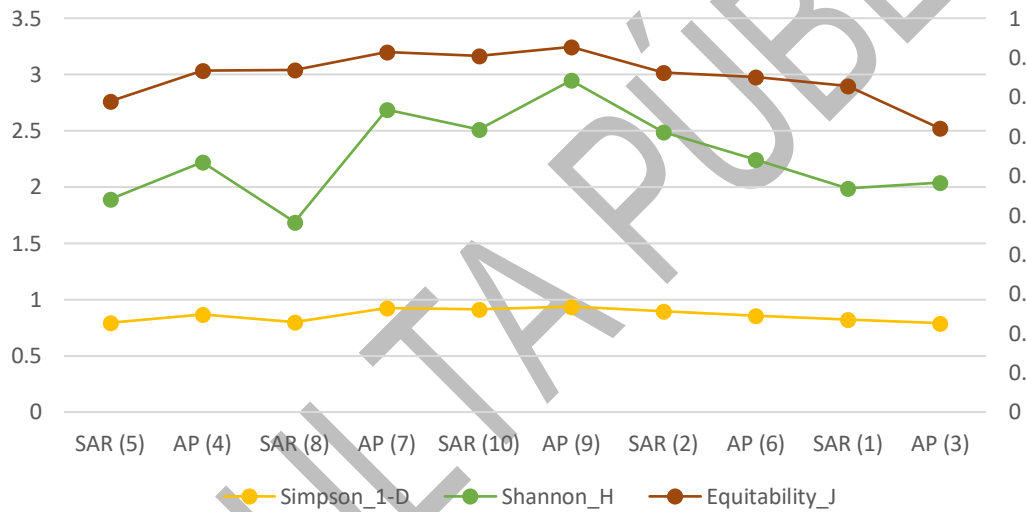


Figura IV. 14 Representación gráfica de los valores obtenidos en los IBD por sitio de muestreo.

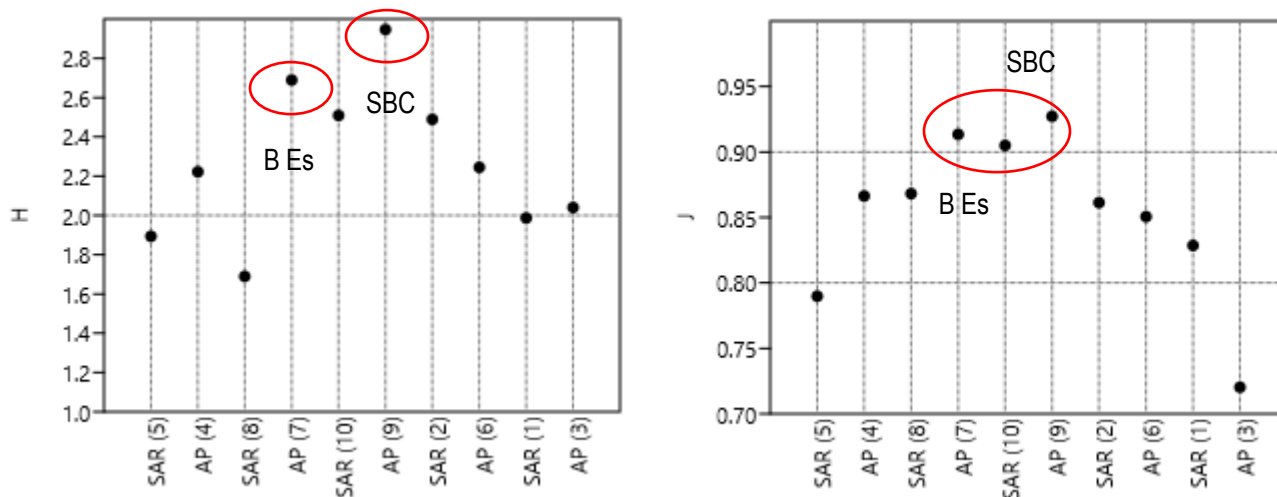


Figura IV. 15 Gráficas obtenidas en Past 3.2 de los índices de Shannon y Pielou por sitio de muestreo.

Los valores obtenidos nos muestran que la SBC es el tipo de vegetación que cuenta con una mayor diversidad de especies, esto es significativo ya que es concordante con lo esperado para este tipo de cobertura, sin embargo, cabe mencionar que esta riqueza de especies también está ligada con la presencia de especies introducidas, aunado a la apertura de brechas y campos de cultivo cercanos a estas áreas. Por otro lado, también destaca que el Bosque espinoso tiene una correspondencia similar a la SBC aunque con una menor diversidad y por lo tanto un índice de equitatividad menor, este ecosistema en el AP se observó que presenta una alta incidencia de especies de otros tipos de vegetación, este efecto está ligado directamente con el factor antropogénico, ya que está en las cercanías de un asentamiento humano y la introducción de especies tiene mucho que ver con este alto valor obtenido. Contrastando, como es de esperar, las zonas con uso de suelo agrícola presentan un bajo valor de riqueza en cuanto a especies, de las cuales, el 50% son especies introducidas.

Conclusiones

Derivado de los resultados cuantitativos para los tipos de vegetación caracterizados en el SAR y el AP se obtuvo que la SBC cuenta con una alta diversidad de especies, asimismo el Bosque espinoso, ambos cuentan con índices de biodiversidad que permiten establecer una alta riqueza de especies así como una equitatividad en la distribución de los recursos, sin embargo, cabe mencionar que los componentes encontrados en cada uno de ellos presenta una perturbación significativa, si se eliminaran esos componentes los resultados podrían modificarse, no obstante, el largo proceso de modificación y adaptación de los ciclos ecológicos de estos ecosistemas tienen un frágil equilibrio, ya que las sucesiones e interacciones que se pudieron observar en estos sitios de muestreo, evidencian que aunque son especies introducidas juegan un rol dentro de la cadena y nichos ecológicos, también es de mencionar que los otros tipos de vegetación cuentan con características particulares que nos permiten deducir que el impacto antropogénico juega un rol decisivo en la conservación o modificación de los elementos que las componen, por un lado está el aprovechamiento de recursos que tienen un valor comercial en el aprovechamiento de madera, así como la constante necesidad de encontrar nuevas áreas de explotación agropecuario, con lo que se ha impactado de forma significativa la disposición de los ecosistemas, encontrando por ejemplo en el Bosque de encino – pino grandes



extensiones de pastizal, así como elementos que se han adaptado de la SBC y el matorral, aumentando la presencia de especies que no corresponden a lo que naturalmente es esperado.

Con estas características se puede concluir que en el SAR se presentan actividades de origen humano que han fragmentado y modificado las composiciones florísticas de los ecosistemas, aun se pueden encontrar sitios o relictos que pretenden formar un corredor biológico natural en las serranías y en los sitios de difícil acceso, por lo que el implementar el proyecto aquí planteado si bien supone una nueva modificación en algunos puntos, también puede ser interpretado como un agente de cambio para la forma de disponer de los recursos, con las adecuadas acciones de prevención y mitigación se puede llevar a los ecosistemas a un mejoramiento de sus condiciones mediante la implementación de Programas de rescate y reforestación de elementos nativos del área.

Es de esperar que zonas aledañas a centros urbanos cuenten con un alto nivel de impacto en los ecosistemas que naturalmente se emplazan allí, sin embargo, en este caso específico se ha observado que se conservan especies de importancia ecológica como cactáceas, en especial las columnares que proveen frutos que los pobladores consumen de forma estacional, para delimitación de linderos, otras cactáceas globosas como parte de elementos estéticos, varios elementos arbóreos como las burseras para la obtención de resinas empleadas en ceremonias religiosas, maderas para elaboración de diversos productos, y otros como alimentos tal como el guaje (*Leucophyllum leucocephala*) que es un alimento tradicional en la región. Es decir, de forma tradicional también se conservan algunos elementos de importancia ecológica, con lo que este proyecto puede impulsar las actividades de conservación de las coberturas naturales y sus elementos principales. El progreso urbano no se opone a la preservación y resiliencia de los ecosistemas, por el contrario puede ser un importante impulso a la región de forma sustentable y el cual sea adaptable a su entorno con lo que se reduzca la presencia de potenciales especies invasoras y se conserven las cubiertas vegetales de interés ecológico.

IV.2.3.2 Fauna

El estado de Oaxaca tiene una elevada diversidad biológica, producto de su historia biogeográfica y heterogeneidad ambiental (Ortiz-Pérez *et al.*, 2004). En cuanto a aves, ocupa el primer lugar nacional con 744 especies (Ramírez-Julián *et al.*, 2011), mismas que representan dos terceras partes (66.25%) de las 1,123 especies registradas en México (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014). La Herpetofauna de Oaxaca consta de 459 (37%) especies (154 anfibios y 305 reptiles) de un total de 1240 presentes en México (Sosa-Caballero, 2015). La diversidad de mamíferos presentes en el estado registra un total de 257 especies (Briones-Salas *et al.*, 2015). El grupo con menor diversidad dentro del estado es el grupo de los peces que registran un total de 129 especies de especies dulceacuícola (Martínez-Ramírez & Gómez-Ugalde, 2006; **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

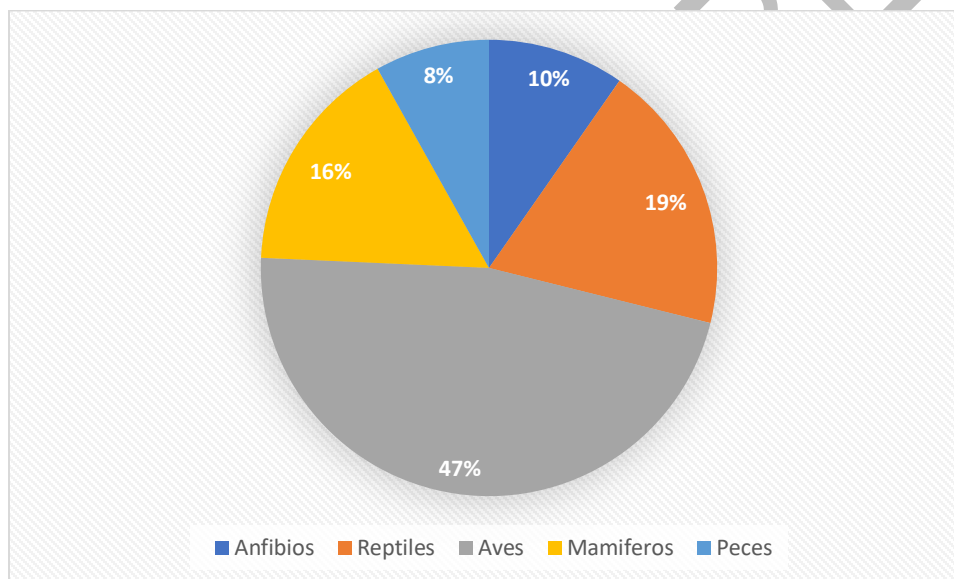


Figura IV. 16 Proporción de especies de la fauna silvestre del estado de Oaxaca.

Especies potenciales en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

Con la finalidad de identificar la fauna con presencia potencial dentro del SAR, se procedió a realizar la búsqueda de información bibliográfica especializada, así como los registros de publicados en Naturalista y Enciclovida (ambas de CONABIO).

De acuerdo con los registros analizados, se reportan 577 especies de vertebrados silvestres (lo que representa el 36% de la fauna presente en el estado), las cuales cuentan con distribución potencial dentro del SAR, (480 especies son Aves, divididas en 72 familias y 299 géneros, así como 52 especies de Mamíferos, repartidos en 19 familias y 41 géneros, los Reptiles ocupan el tercer lugar con 30 especies registradas segregadas en nueve familias y 19 géneros, en el caso de los Anfibios, se registran 12 especies potenciales, divididos en seis familias y ocho géneros, y finalizamos con el grupo de los Peces, donde se registran

tres especies que se divide en tres familias, y tres géneros). Esta información se puede observar con más detalle en la Tabla IV.13 y consultar en el **Anexo IV.5**. Base de datos de la Fauna Silvestre.

Tabla IV. 14. Especies de fauna silvestre con presencia potencial dentro del SAR.

Clase	Familia	Género	Especie
Peces	3	3	3
Anfibios	6	8	12
Reptiles	9	19	30
Aves	72	299	480
Mamíferos	19	41	52
TOTAL	109	368	577

Del total de las especies reportadas con presencia potencial dentro del SAR, 132 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas especies, una pertenece al grupo de los peces (Sujeta a Protección especial, Pr), cuatro especies de anfibios (todas incluidas dentro de la categoría Pr), 15 especies de reptiles (nueve en Pr y seis Amenazadas, A), cuatro mamíferos (todas Amenazadas) y del grupo de las aves, encontramos el mayor número de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con 108 especies, las cuales se reparten en 58 en Protección especial, 40 Amenazadas y 10 en Peligro (Tabla IV. 15. **Especies de vertebrados silvestres con presencia potencial dentro del SAR y que se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Tabla IV. 15. Especies de vertebrados silvestres con presencia potencial dentro del SAR y que se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059
PECES		
<i>Poecilia butleri</i>	Topote del Pacífico	Pr
ANFIBIOS		
<i>Gastrophryne olivacea</i>	Sapo Boca Angosta Oliváceo	Pr
<i>Sarcohyla bistrincta</i>	Rana-de Árbol de Pliegue-mexicana	Pr
<i>Sarcohyla crassa</i>	Rana de Árbol Acuática	Pr
<i>Sarcohyla hazelae</i>	Rana de Árbol de Hazel	Pr
<i>Lithobates sierramadrensi</i>	Rana de la Sierra Madre Occidental	Pr
REPTILES		
<i>Abronia oaxacae</i>	Dragoncito Oaxaqueño	A
<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	Lagartija Caimán Sureña	Pr
<i>Mesaspis gadovii</i>	Lagartija Lagarto de la Sierra Madre del Sur	Pr
<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra Chirriadora Neotropical	A
<i>Tantilla rubra</i>	Culebra Cabeza Negra	Pr
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Culebra Lineada de Bosque	A
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de Agua Nómada Mexicana	A
<i>Micrurus ephippifer</i>	Serpiente Coralillo Oaxaqueña	Pr
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga Pecho Quebrado Mexicana	Pr
<i>Phrynosoma braconnieri</i>	Camaleón de Cola Corta	Pr



Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija Espinosa del Mezquite	Pr
<i>Aspidoscelis mexicanusi</i>	Huico Mexicano	Pr
<i>Crotalus molossus</i>	Cascabel de Cola Negra	Pr
<i>Crotalus intermedius</i>	Cascabel Enana	A
<i>Crotalus ravenus</i>	Cascabel Pigmea Mexicana	A
AVES		
<i>Tinamus major</i>	Tinamú Mayor	A
<i>Crypturellus soui</i>	Tinamú Menor	A
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú Canelo	Pr
<i>Crypturellus boucardi</i>	Tinamú Jamuey	A
<i>Cairina moschata</i>	Pato Real	P
<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	A
<i>Penelope purpurascens</i>	Pava Cojolita	A
<i>Dendrortyx barbatus</i>	Codomiz Coluda Veracruzana	P
<i>Dendrortyx macroura</i>	Codomiz Coluda Transvolcánica	A
<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codomiz de Moctezuma	Pr
<i>Dactylortyx thoracicus</i>	Codomiz Silbadora	Pr
<i>Odontophorus guttatus</i>	Codomiz Bolonchaco	Pr
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor Menor	Pr
<i>Patagioenas speciosa</i>	Paloma Escamosa	Pr
<i>Patagioenas nigrirostris</i>	Paloma Triste	Pr
<i>Paraclaravis mondetoura</i>	Tórtola Pecho Morado	P
<i>Zenrygon albifacies</i>	Paloma Cara Blanca	A
<i>Panyptila cayennensis</i>	Vencejo Tijereta Menor	Pr
<i>Phaethornis striigularis</i>	Colibrí Ermitaño Enano	Pr
<i>Lophornis helenae</i>	Coqueta Cresta Negra	A
<i>Heliomaster longirostris</i>	Colibrí Picudo Coroniazul	Pr
<i>Lamprolaima rhami</i>	Colibrí Multicolor	A
<i>Tilmatura dupontii</i>	Colibrí Cola Pinta	A
<i>Abeillia abeillei</i>	Colibrí Pico Corto	Pr
<i>Trochilidae viridifrons</i>	Colibrí Frente Verde	A
<i>Heliomis fulica</i>	Pájaro Cantil	Pr
<i>Aramus guarauna</i>	Carrao	A
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña Americana	Pr
<i>Botaurus lentiginosus</i>	Avetoro Norteño	A
<i>Ixobrychus exilis</i>	Avetoro Menor	Pr
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza Tigre Mexicana	Pr
<i>Agamia agami</i>	Garza Agami	Pr
<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote Rey	P
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán Pico de Gancho	Pr
<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán Cabeza Gris	Pr
<i>Elanoides forficatus</i>	Milano Tijereta	Pr
<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila Tirana	P



Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059
<i>Spizaetus melanoleucus</i>	Águila Albinegra	P
<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila Elegante	P
<i>Harpagus bidentatus</i>	Gavilán Bidentado	Pr
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán Pecho Canela	Pr
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Pr
<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilán Bicolor	A
<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano de Mississippi	Pr
<i>Ictinia plumbea</i>	Milano Plomizo	Pr
<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavilán Zancón	A
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán Caracolero	Pr
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla Negra Menor	Pr
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla Negra Mayor	Pr
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla Rojinegra	Pr
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla Cola Blanca	Pr
<i>Pseudastur albicollis</i>	Aguililla Blanca	Pr
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla Alas Anchas	Pr
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla Aura	Pr
<i>Lophotrix cristata</i>	Búho Cuernos Blancos	A
<i>Pulsatrix perspicillat</i>	Búho de Anteojos	A
<i>Glaucidium griseiceps</i>	Tecolote Mesoamericano	A
<i>Ciccaba nigrolineata</i>	Búho Barrado Albinegro	A
<i>Trogon collaris</i>	Coa de Collar	Pr
<i>Hylomanes momotula</i>	Momoto Enano	A
<i>Galbula ruficauda</i>	Jacamar Cola Canela	A
<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucancillo Verde	Pr
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo Collarejo	Pr
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán Pico Canoa	A
<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero Pico Plateado	Pr
<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón Selvático Barrado	Pr
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón Selvático de Collar	Pr
<i>Falco femoralis</i>	Halcón Fajado	A
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Pr
<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio	Pr
<i>Bolborhynchus lineola</i>	Periquito Barrado	A
<i>Pyrrhula haematotis</i>	Loro Cabeza Oscura	P
<i>Pionus senilis</i>	Loro Corona Blanca	A
<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	Pr
<i>Grallaria guatemalensis</i>	Hormiguero Cholino Escamoso	A
<i>Sclerurus mexicanus</i>	Hojasquero Pecho Canela	A
<i>Dendrocincla anabatina</i>	Trepatroncos Sepia	Pr
<i>Formicariidae spirurus</i>	Trepatroncos Pico Cuña	A
<i>Xiphocolaptes erythropygius</i>	Trepatroncos Moteado	A



Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059
<i>Xenops minutus</i>	Picolezna Común	Pr
<i>Clibanornis rubiginosus</i>	Musguero Castaño	A
<i>Automolus ochrolaemus</i>	Musguero Garganta Pálida	Pr
<i>Manacus candei</i>	Saltarín Cuello Blanco	Pr
<i>Platyrinchus cancrominus</i>	Mosquerito Pico Chato	Pr
<i>Ornithion semiflavum</i>	Mosquerito Enano	Pr
<i>Vireolaniuspulchellus</i>	Vireón Esmeralda	A
<i>Pachysylvia decurtata</i>	Vireocillo Cabeza Gris	Pr
<i>Vireo brevipennis</i>	Vireo Pizarra	A
<i>Cyanolyca nana</i>	Chara Enana	P
<i>Cyanolyca cucullata</i>	Chara Gorro Azul	A
<i>Aphelocoma unicolor</i>	Chara Unicolor	A
<i>Hylorchilus sumichrasti</i>	Cuevero de Sumichrast	A
<i>Cinclus mexicanus</i>	Mirlo Acuático Norteamericano	Pr
<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín Jilguero	Pr
<i>Myadestes unicolor</i>	Clarín Unicolor	A
<i>Catharus frantzii</i>	Zorzal de Frantzius	A
<i>Catharus mexicanus</i>	Zorzal Corona Negra	Pr
<i>Turdus infuscatus</i>	Mirlo Negro	A
<i>Ridgwayia pinicola</i>	Mirlo Azteca	Pr
<i>Euphonia gouldi</i>	Eufonia Olivácea	Pr
<i>Psarocolius wagleri</i>	Oropéndola Cabeza Castaña	Pr
<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola de Moctezuma	Pr
<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros	A
<i>Setophaga chrysoparia</i>	Chipe Cachetes Amarillos	P
<i>Cardinalidae ciris</i>	Colorín Sietecolores	Pr
<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara Cabeza Gris	Pr
MAMIFEROS		
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi	A
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	A
<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	Murciélago Magueyero Menor	A
<i>Glaucomys volans</i>	Ardilla Voladora Sureña	A

En la siguiente imagen se presenta el número de especies de vertebrados silvestres listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que tienen presencia potencial dentro del SAR.

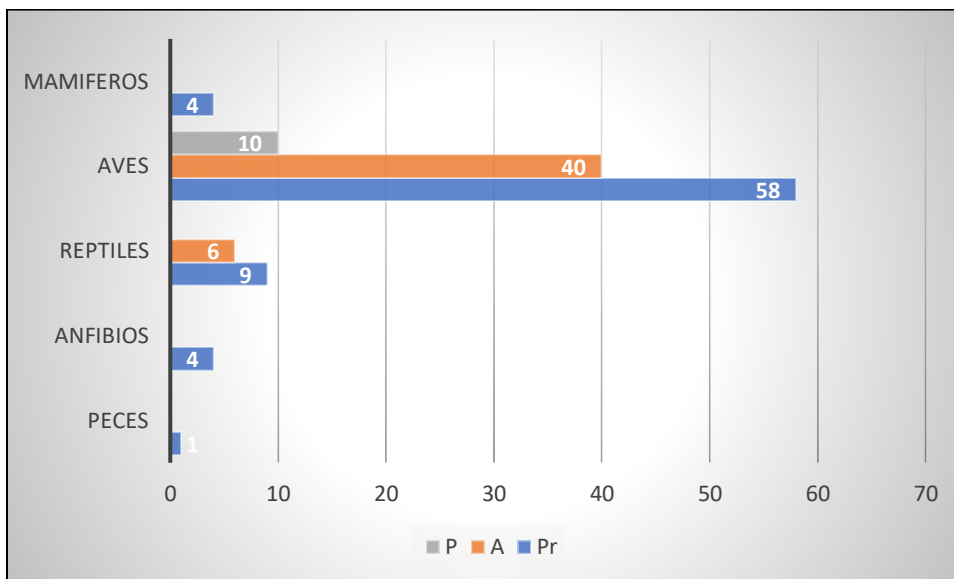


Figura IV. 17 Especies de vertebrados silvestres con presencia potencial dentro del SAR y enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En este mismo orden de ideas, tenemos que de acuerdo con la Lista Roja de Especies en Peligro (UICN, por sus siglas en inglés), se encuentran 14 especies enlistadas, de las cuales encontramos 10 especies Vulnerables (VU; un anfibio, tres reptiles, cuatro aves y dos mamíferos), dos especies En Peligro (EN; un anfibio y un ave) y dos especies en Peligro Crítico (CR; ambas especies son anfibios; Tabla IV.15).

Tabla IV. 16. Especies de fauna silvestre enlistadas en la Lista Roja de la IUCN.

Nombre Científico	Nombre Común	LISTA ROJA (UICN)
ANFIBIOS		
<i>Sarcohyla crassa</i>	Rana de Árbol Acuática	CR
<i>Sarcohyla hazelae</i>	Rana de Árbol de Hazel	CR
<i>Sarcohyla pentheter</i>	Rana de Árbol de Luto	EN
<i>Lithobates sierramadrensi</i>	Rana de la Sierra Madre Occidental	VU
REPTILES		
<i>Abronia oaxacae</i>	Dragoncito Oaxaqueño	VU
<i>Rhadinaea fulvivittis</i>	Hojarasquera Rayada Parda	VU
<i>Micrurus ephippifer</i>	Serpiente Coralillo Oaxaqueña	VU
AVES		
<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	VU
<i>Dendrotyx barbatus</i>	Codomiz Coluda Veracruzana	VU
<i>Agamia agami</i>	Garza Agami	VU
<i>Cyanolyca nana</i>	Chara Enana	VU
<i>Setophaga chrysoparia</i>	Chipe Cachetes Amarillos	EN
MAMIFEROS		



Nombre Científico	Nombre Común	LISTA ROJA (UICN)
<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago Hociucudo de Curazao	VU
<i>Lepus callotis</i>	Liebre Torda	VU

Con respecto a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se tiene que 97 especies se enlistan en sus apéndices (Tabla IV.16).

Tabla IV. 17. Especies de fauna silvestre con presencia potencial a nivel de SAR y listadas en la CITES.

Nombre científico	Nombre común	CITES
Reptiles		
<i>Abronia oaxacae</i>	Dragoncito Oaxaqueño	II
AVES		
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán Pecho Canela	II
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	II
<i>Accipiter bicolor</i>	Gavilán Bicolor	II
<i>Accipiter albonotatus</i>	Aguililla Aura	II
<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla Cola Corta	II
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla Cola Roja	II
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	II
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla Alas Anchas	II
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla Negra Menor	II
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla Negra Mayor	II
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán Pico de Gancho	II
<i>Elanoides forficatus</i>	Milano Tijereta	II
<i>Elanus leucurus</i>	Milano Cola Blanca	II
<i>Geranospiza caeruleascens</i>	Gavilán Zancón	II
<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano de Mississippi	II
<i>Ictinia plumbea</i>	Milano Plomizo	II
<i>Leptodon cayanensis</i>	Gavilán Cabeza Gris	II
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla Rojinegra	II
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán Caracolero	II
<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila Tirana	II
<i>Spizaetus melanoleucus</i>	Águila Albinegra	II
<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila Elegante	II
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	II
<i>Abeillia abeillei</i>	Colibrí Pico Corto	II
<i>Amazilia candida</i>	Colibrí Cándido	II
<i>Amazilia cyanocephala</i>	Colibrí Corona Azul	II
<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	II
<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí Cola Canela	II
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Vientre Canelo	II
<i>Amazilia violiceps</i>	Colibrí Corona Violeta	II
<i>Amazilia viridifrons</i>	Colibrí Frente Verde	II



Nombre científico	Nombre común	CITES
<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí Garganta Negra	II
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí Garganta Rubí	II
<i>Atthis heloisa</i>	Zumbador Mexicano	II
<i>Campylopterus curvipennis</i>	Fandanguero Mexicano	II
<i>Campylopterus hemileucurus</i>	Fandanguero Morado	II
<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador Canelo	II
<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí Orejas Violetas	II
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	II
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí Pico Ancho	II
<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí Magnífico	II
<i>Eupherusa eximia</i>	Colibrí Cola Rayada	II
<i>Florisuga mellivora</i>	Colibrí Capucha Azul	II
<i>Heliomaster longirostris</i>	Colibrí Picudo Coroniazul	II
<i>Hylocharis leucotis</i>	Zafiro Orejas Blancas	II
<i>Lampornis amethystinus</i>	Colibrí Garganta Amatista	II
<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí Garganta Azul	II
<i>Lamprolaima rhami</i>	Colibrí Multicolor	II
<i>Lophornis helenae</i>	Coqueta Cresta Negra	II
<i>Phaethornis strigularis</i>	Colibrí Ermitaño Enano	II
<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador Cola Ancha	II
<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador Canelo	II
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos	II
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	II
<i>Falco columbarius</i>	Halcón Esmerejón	II
<i>Falco femoralis</i>	Halcón Fajado	II
<i>Falco ruficularis</i>	Halcón Murcielaguero	II
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	I
<i>Herpotheres cachinnans</i>	Halcón Guaco	II
<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón Selvático Barrado	II
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón Selvático de Collar	II
<i>Crax rubra</i>	Hocofaisán	III
<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	II
<i>Amazona autumnalis</i>	Loro Cachetes Amarillos	II
<i>Tilmatura dupontii</i>	Colibrí Cola Pinta	II
<i>Bolborhynchus lineola</i>	Periquito Barrado	II
<i>Pionus senilis</i>	Loro Corona Blanca	II
<i>Aegolius acadicus</i>	Tecolote Oyamelero Norteño	II
<i>Asio otus</i>	Búho Cara Canela	II
<i>Athene cunicularia</i>	Tecolote Llanero	II
<i>Bubo virginianus</i>	Búho Cornudo	II
<i>Ciccaba virgata</i>	Búho Café	II
<i>Ciccaba nigrolineata</i>	Búho Barrado Albinegro	II
<i>Glaucidium gnoma</i>	Tecolote Serrano	II



Nombre científico	Nombre común	CITES
<i>Glaucidium griseiceps</i>	Tecolote Mesoamericano	II
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajeño	II
<i>Lophostrix cristata</i>	Búho Cuernos Blancos	II
<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario	II
<i>Pseudastur albicollis</i>	Aguiluilla Blanca	II
<i>Buteo plagiatus</i>	Aguiluilla Gris	II
<i>Psiloscops flammeolus</i>	Tecolote Ojos Oscuros	II
<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio	II
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguiluilla Caminera	II
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguiluilla Cola Blanca	II
<i>Harpagus bidentatus</i>	Gavilán Bidentado	I
<i>Sarcoramphus papa</i>	Zopilote Rey	III
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije Alas Blancas	III
<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije Canelo	III
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental	III
<i>Penelope purpurascens</i>	Pava Cojolita	III
MAMIFEROS		
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi	I
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	I
<i>Puma concolor</i>	Puma	II
<i>Lynx rufus</i>	Lince Americano	II
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle Norteño	III
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla Vientre Rojo	III

Gran parte de la amplia diversidad de especies de México está constituida por especies que sólo habitan en nuestro país. Estas especies se conocen como endémicas, tienen su distribución restringida a un territorio determinado (CONABIO). De acuerdo con la definición anterior y tomando en cuenta la lista de especies con distribución potencial, dentro del SAR (Tabla IV.17).

Tabla IV. 18. Especies de fauna silvestre endémicas con presencia potencial a nivel de SAR.

Nombre científico	Nombre común
ANFIBIOS	
<i>Incilius occidentalis</i>	Sapo Pinero
<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Rana Fisgona Deslumbrante
<i>Sarcohyla bistrincta</i>	Rana-de Árbol de Pliegue-Mexicana
<i>Sarcohyla crassa</i>	Rana de Árbol Acuática
<i>Sarcohyla hazelae</i>	rana de Árbol de Hazel
<i>Sarcohyla pentheter</i>	Rana de Árbol de Luto
<i>Lithobates zweifeli</i>	Rana Leopardo
REPTILES	
<i>Abronia oaxacae</i>	Dragoncito Oaxaqueño
<i>Barisia planifrons</i>	Lagarto Alicante Oaxaqueño
<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	Lagartija Caimán Sureña



Nombre científico	Nombre común
<i>Mesaspis gadovii</i>	Lagartija Lagarto de la Sierra Madre del Sur
<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra Chirriadora Neotropical
<i>Rhadinaea taeniata</i>	Culebra Café de Pino Encino
<i>Tantilla rubra</i>	Culebra Cabeza Negra
<i>Conopsis lineata</i>	Culebra Terrestre del Centro
<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa Nauyaca Mexicana
<i>Micrurus ephippifer</i>	Serpiente Coralillo Oaxaqueña
<i>Kinostemon integrum</i>	Tortuga Pecho Quebrado Mexicana
<i>Phrynosoma braconnieri</i>	Camaleón de Cola Corta
<i>Sceloporus formosus</i>	Lagartija Espinosa Esmeralda Norteña
<i>Sceloporus jalapae</i>	Lagartija Espinosa del Valle de Tehuacán
<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija Espinosa de Grieta
<i>Sceloporus ochoterena</i>	Lagartija Espinosa del Alto Balsas
<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija Espinosa de Cola Larga
<i>Sceloporus spinosus</i>	Lagartija Espinosa Mexicana
<i>Anolis quercorum</i>	Abaniquillo de Encino de Oaxaca
<i>Plestiodon brevirostris</i>	Eslizón Chato
<i>Aspidoscelis mexicanusi</i>	Huico Mexicano
<i>Crotalus intermedius</i>	Cascabel Enana
<i>Crotalus ravus</i>	Cascabel Pigmea Mexicana
AVES	
<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca Pálida
<i>Dendrortyx barbatus</i>	Codomiz Coluda Veracruzana
<i>Dendrortyx macroura</i>	Codomiz Coluda Transvolcánica
<i>Atthis heloisa</i>	Zumbador Mexicano
<i>Amazilia viridifrons</i>	Colibrí Frente Verde
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	Trepatroncos Mexicano
<i>Vireo brevipennis</i>	Vireo Pizarra
<i>Cyanolyca nana</i>	Chara Enana
<i>Hylorchilus sumichrasti</i>	Cuevero de Sumichrast
<i>Campylorhynchus megalopterus</i>	Matraca Barrada
<i>Campylorhynchus jocosus</i>	Matraca del Balsas
<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal Mexicano
<i>Ridgwayia pinicola</i>	Mirlo Azteca
<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato Azul
<i>Toxostoma ocellatum</i>	Cuicacoche Moteado
<i>Melospiza albicollis</i>	Rascador Oaxaqueño
<i>Pipilo ocai</i>	Rascador de Collar
<i>Atlapetes pileatus</i>	Rascador Gorra Canela
<i>Icterus abeillei</i>	Calandria Flancos Negros
<i>Geothlypis nelsoni</i>	Mascarita Matorralera
<i>Cardellina rubra</i>	Chipe Rojo
<i>Cardinalidae erythrocephala</i>	Piranga Cabeza Roja



Nombre científico	Nombre común
<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero Rabadilla Canela
MAMIFEROS	
<i>Rhogeessa gracilis</i>	Murciélago Amarillo Orejas Largas
<i>Cryptotis mexicana</i>	Musaraña Orejillas Mexicana
<i>Sorex ventralis</i>	Musaraña Coluda Oaxaqueña
<i>Hodomys alleni</i>	Rata Cambalachera
<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón de Las Rocas
<i>Sigmodon leucotis</i>	Rata Algodonera Oreja Blanca
<i>Sigmodon mascotensis</i>	Rata de La Caña de Jalisco

Dentro del conjunto de especies exóticas, existe un subgrupo conocido como especies invasoras o invasoras exóticas, y son aquellas que sobreviven, se establecen y reproducen de manera descontrolada fuera de su ambiente natural, causando daños serios a la biodiversidad, economía, agricultura o salud pública (CONABIO). Dentro del SAR encontramos el registro de tres registros de aves con el estatus de especies exótica (Paloma Doméstica, *Columba livia*; Garza Ganadera, *Bubulcus ibis* y Gorrión Doméstico, *Passer domesticus*).

Distribución espacial de las especies de vertebrados (transectos de muestreo)

Del monitoreo realizado en campo se identificaron 48 especies de vertebrados silvestres agrupados en 14 órdenes y 29 familias, representado de la siguiente forma: una especie de pez, cinco reptiles, 34 aves y 8 mamíferos. En la siguiente figura se muestra el número de especies registradas a lo largo de los transectos de muestreo realizados dentro del Área del proyecto (AP), Área de influencia (AI) y el Sistema Ambiental Regional (SAR; Figura IV.22; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

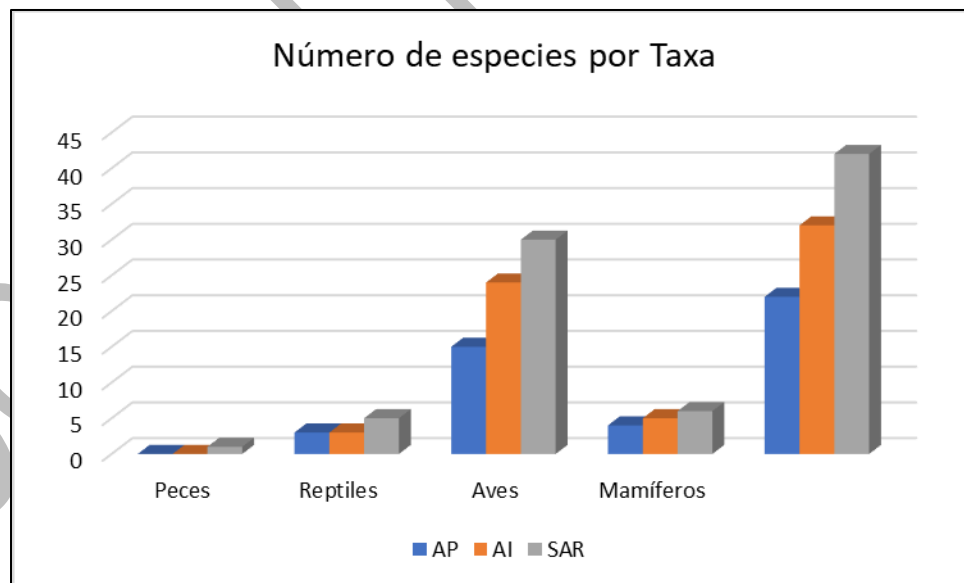


Figura IV. 18. Número total de vertebrados silvestres registrados en campo.

Resultado de los muestreos por grupo taxonómico

Peces. De los cuatro grupos de vertebrados registrados en campo, los peces ocupan el cuarto lugar con la menor riqueza de especies, ya que, de las 48 especies identificadas en el presente estudio, solo una especie pertenece a este grupo. Con lo referente al número de individuos por grupo taxonómico, los peces presentan un total de 12 registros todos a nivel de SAR.

Reptiles. De todos los vertebrados registrados en campo, los reptiles representan el tercer grupo con cinco especies; tres en el AP y AI y cuatro a nivel de SAR.

Aves. Debido a que el grupo de las aves presentan una alta capacidad de desplazamiento, fueron los vertebrados más ampliamente distribuidos a lo largo del SAR, AI y AP. De todos los vertebrados registrados durante los trabajos de campo, las aves representan el grupo con la mayor riqueza faunística con 34 especies. En campo se registraron 30 especies a lo largo del SAR, 24 en el AI y 15 dentro del AP.

A excepción de la Paloma de Alas Blancas (*Zenaida asiática*) que es una especie migratoria, todas las especies de aves son residentes para el área de estudio.

Mamíferos. El grupo de los mamíferos representan el segundo grupo con mayor número de especies (8), se encontraron seis registros dentro del SAR, cinco en el AI y cuatro dentro del AP. Cabe destacar que el mayor registro fue de manera indirecta, gracias a huellas y heces, principalmente de Cacomixtle Norteño (*Bassariscus astutus*) con ocho registros (Figura IV. 19).

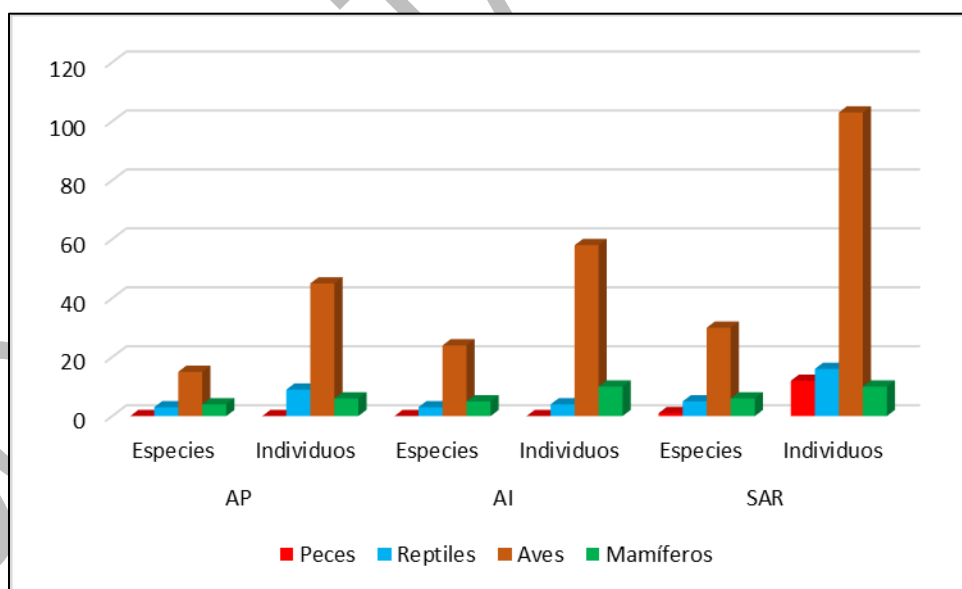


Figura IV. 19. Riqueza de especies y número de individuos por taxa y sitio de muestreo.

A continuación, se muestra evidencia fotográfica de algunas especies registradas en campo.



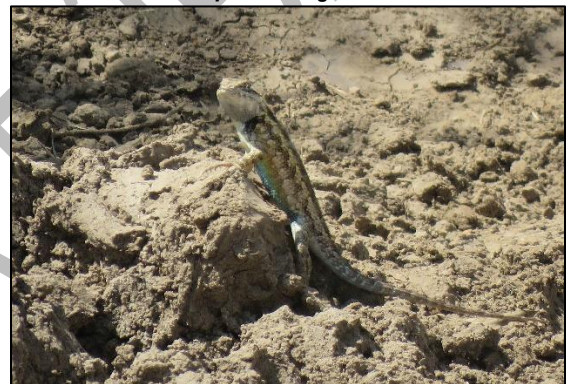
Guatopote Jarocho
Poeciliopsis gracilis



Huico Pinto del Noreste
Aspidocelis gularis



Lagartija Espinosa del Mezquite
Sceloporus grammicus



Lagartija Espinosa del Pacífico
Sceloporus horridus



Hojasquera Rayada Parda
Rhadinaea fulvivittis



Aguililla Negra Menor
Buteogallus anthracinus



Milano Cola Blanca
Elanus leucurus



Zopilote Aura
Cathartes aura



Matraca del Desierto
Campylorhynchus brunneicapilla



Caracara Quebrantahuesos
Caracara cheriway



Paloma Alas Blancas
Zenaida asiatica



Tortolita Pico Rojo
Columbina passerina



Carpintero Cheje
Melanerpes aurifrons



Colibrí Opaco
Cynanthus sordidus



Papamoscas Saucero
Empidonax traillii



Papamoscas Amarillo Barranqueño
Empidonax occidentalis



Papamoscas Cardenalito
Pyrocephalus rubinus



Luis Bienteveo
Pitangus sulphuratus



Luisito Común
Myiozetetes similis



Tirano Piriri
Tyrannus melancholicus



Verdugo Americano
Lanius ludovicianus



Perlita Azulgris
Polióptila caerulea



Centzontle Norteño
Mimus polyglottos



Gorrión Doméstico
Passer domesticus



Jilguero Dominicó
Spinus psaltria



Rascador Viejita
Melospiza fusca



Calandria Castaña
Icterus spurius



Piranga Capucha Roja
Piranga ludoviciana



Colorín Azulnegro
Cyanocompsa parellina



Semillero Brincador
Volatinia jacarina



Cacomixtle Norteño
Bassariscus astutus



Coyote
Canis latrans



Lince Americano
Lynx rufus



Puma
Puma concolor



Venado Cola Blanca
Odocoileus virginianus



Conejo de Monte
Sylvilagus cunicularius

Foto IV.26. Serie fotográfica de evidencia directa o indirecta de la fauna silvestre del SAR y el AP.

Especies bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 Y ENDÉMICAS

Durante los recorridos de campo en los diferentes transectos de muestreo se logró registrar la presencia de dos especies con Protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: Lagartija Espinosa del Mezquite (*Sceloporus grammicus*) y Aguililla Negra Menor (*Buteogallus anthracinus*).

Del muestreo realizado en el presente estudio se evidenció la presencia de cinco especies endémicas a México: Lagartija Espinosa del Pacífico (*Sceloporus horridus*), Hojarasquera Rayada Parda (*Rhadinaea fulvivittis*), Colibrí Opaco (*Cyananthus sordidus*), Mirlo Dorso Canela (*Turdus rufopalliatus*) y Conejo de Monte (*Sylvilagus cunicularius*).

Especies citadas en CITES O IUCN

A excepción de la Hojarasquera Rayada Parda (*Rhadinaea fulvivittis*), que se encuentra como especie vulnerable (VU), el resto de las especies presentan preocupación menor (LC), de acuerdo con la IUCN. En este mismo sentido se tiene que el Colibrí Opaco (*Cyananthus sordidus*), el Puma (*Puma concolor*) y el Lince Americano (*Lynx rufus*), son especies listadas en el apéndice II de la CITES.

Estimación del índice de diversidad faunística

En el presente apartado se presenta para cada grupo faunístico reportado para los muestreos realizados a nivel de SAR, AI y AP su valor de Diversidad a partir del índice de Shannon-Wiever.

El índice de Shannon-Wiever representada normalmente como H' se expresa con un número positivo que varía comúnmente entre 0.5 y 5. El índice de Shannon-Wiever expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, además mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección y asume que los individuos son seleccionados al azar estando todas las especies representadas en la muestra.

Los ecosistemas con valores menores a 2 muestran una biodiversidad baja, mientras que los hábitats con valores superiores a 3 presentan una diversidad alta, por lo que los valores entre 2.1 a 2.9 se consideran como moderados.

La fórmula del índice de Shannon-Wiever es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

En donde P_i es la proporción relativa de las especies dentro de una comunidad (abundancia relativa).

Por su parte el índice de Equidad de Pielou el cual se representa normalmente como J, permite conocer el grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies. Sus valores oscilan entre 0 y 1, en donde el valor 1 indica que todas las especies tienen el mismo peso demográfico y 0 un peso totalmente desigual.

Este índice se calcula de la siguiente forma:

$$J' = H' / H \text{ máx}$$

Donde H máx= Ln(S)

Donde S= Riqueza específica (número total de especies).

Como se observa en la siguiente tabla, se tiene que la zona considerada como SAR tiene una diversidad igual a 3.41, mientras que el AI presenta un valor de 3.28 y el AP una diversidad de 2.80, lo que refleja que el SAR es 3.81 % más diverso que la superficie muestreada como AI y 17.88 % mayor que el AP. Por su parte el valor estimado para el AI presenta un 14.63 % de diversidad mayor que el AP (Tabla IV. 19).

Tabla IV. 19. Número de especies, índice de diversidad de Shannon-Wiever e índice de equitatividad para la superficie muestreada a nivel de SAR, AI y AP.

Superficie	Especies /individuos	(H') Índice de Shannon-Wiever	(H máx) Diversidad Máxima	Índice de Similitud (J)
SAR	42/141	3.410	3.738	0.912
AI	32/72	3.280	3.466	0.946
AP	22/60	2.804	3.091	0.907
Total	48/274	3.505	3.871	0.905

A continuación, se presenta una comparativa de la diversidad obtenida para los diferentes grupos faunísticos registrados en los muestreos a nivel de proyecto. El grupo que presentó la mayor diversidad de acuerdo con el índice de Shannon-Wiever son las aves con un valor de 2.387 considerado como una diversidad moderada, seguido de los mamíferos con un valor de 1.242, y en tercer lugar se encuentran el grupo de los reptiles cuya diversidad fue de 1.061, estos últimos valores son considerados como bajos (Tabla IV. 20).

Tabla IV. 20. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para los diferentes grupos faunísticos reportados para el AP.

Grupo	Riqueza	Individuo	Índice		
			H'	H máx	J
Reptiles	3	9	1.061	1.099	0.966
Aves	15	45	2.387	2.708	0.881
Mamíferos	4	6	1.242	1.386	0.896
Total	22	60	2.804	3.091	0.907

En la siguiente descripción se presentan los datos de diversidad por grupo faunístico para los resultados de los muestreos realizados dentro de la superficie muestreada en el AP.

Reptiles. Los reptiles registrados dentro de superficie del proyecto obtuvieron un índice de diversidad de Shannon-Wiever de 2.387, siendo este grupo quien representa el tercer valor de diversidad respecto a los otros grupos de vertebrados (indica una tendencia de diversidad baja), mientras que el valor de equitatividad entre las especies es del 96.6 % (Tabla IV. 21).

Tabla IV. 21. Índice de diversidad de Shannon para los reptiles registrados en el AP.

Especie	Nombre común	N	Pi	LnPi	PiLnPi	
<i>Aspidocelis gularis</i>	Huico Pinto del Noreste	3	0.333	-1.099	-0.366	
<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija Espinosa del Mezquite	2	0.222	-1.504	-0.334	
<i>Sceloporus horridus</i>	Lagartija Espinosa del Pacifico	4	0.444	-0.811	-0.360	
Riqueza (S)= 3	Abundancia (N)	9	Shannon-Wiener (H')		1.061	
					H máx = Ln S	1.099
					Equitatividad = J = H/H máx	0.966

Aves. Para las aves registradas a nivel de proyecto se obtuvo un índice de diversidad de Shannon-Wiever de 2.387, siendo este grupo quien representa el primer lugar de diversidad respecto a los otros grupos de vertebrados, indicando una diversidad moderada, mientras que el valor de equitatividad entre las especies es del 88.10%. Cabe mencionar que se registró la presencia de 45 individuos de 15 especies (Tabla IV. 22).

Tabla IV. 22. Índice de diversidad de Shannon para las aves en el AP.

Especie	Nombre común	N	Pi	LnPi	PiLnPi	
<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	1	0.022	-3.807	-0.085	
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	11	0.244	-1.409	-0.344	
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	1	0.022	-3.807	-0.085	
<i>Cyanthus sordidus</i>	Colibrí Opaco	3	0.067	-2.708	-0.181	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	3	0.067	-2.708	-0.181	
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	1	0.022	-3.807	-0.085	
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Quebrantahuesos	6	0.133	-2.015	-0.269	
<i>Empidonax traillii</i>	Papamoscas Saucero	3	0.067	-2.708	-0.181	
<i>Empidonax occidentalis</i>	Papamoscas Amarillo Barranqueño	1	0.022	-3.807	-0.085	
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas Cardenalito	5	0.111	-2.197	-0.244	
<i>Poliottila caerulea</i>	Perlita Azulgris	1	0.022	-3.807	-0.085	
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle Tropical	4	0.089	-2.420	-0.215	
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero Dominicó	1	0.022	-3.807	-0.085	
<i>Melospiza fusca</i>	Rascador Viejita	3	0.067	-2.708	-0.181	
<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Brincador	1	0.022	-3.807	-0.085	
Riqueza (S)= 15	Abundancia (N)	45	Shannon-Wiener (H')		2.387	
					H máx = Ln S	2.708
					Equitatividad = J = H/H máx	0.881



Mamíferos. Para los mamíferos registrados en el AP se obtuvo un índice de diversidad de Shannon-Wiever de 1.242, siendo este grupo quien representa el segundo lugar de diversidad respecto a los otros grupos de vertebrados (indica una tendencia de diversidad baja), mientras que el valor de equitatividad entre las especies es del 89.60 %. Cabe mencionar que se registró la presencia de seis individuos de cuatro especies (Tabla IV. 23).

Tabla IV. 23. Índice de diversidad de Shannon para los mamíferos registrados en el AP.

Especie	Nombre común	N	Pi	LnPi	PiLnPi	
Didelphis virginiana	Tlacuache Norteño	1	0.167	-1.792	-0.299	
Myotis velifer	Miotis Mexicano	1	0.167	-1.792	-0.299	
Canis latrans	Coyote	3	0.500	-0.693	-0.347	
Vulpes macrotis	Zorrita del Desierto	1	0.167	-1.792	-0.299	
Riqueza (S)=4	Abundancia (N)	6	Shannon-Wiener (H')		1.242	
					H máx = Ln S	1.386
					Equitatividad = J = H/H máx	0.896

Representatividad y suficiencia de muestreo

Para estimar la suficiencia de muestreo se presentan las curvas de acumulación de especies de fauna silvestre para dar certidumbre de los datos empleados en el análisis de los parámetros poblacionales de fauna a nivel de AP (Tabla IV. 24).

Tabla IV. 24. Certeza de muestreo para las especies de vertebrados registrados a nivel de AP.

Taxa	Sobs	Chao 1	SD	Bootstrap	SD
Reptiles	3	3	0.50	3.43	0
Aves	15	35.53	16.94	18.04	0
Mamíferos	4	4.65	3.65	5.02	0

En el caso de las especies de reptiles el valor de la riqueza obtenida fue de 3 y la riqueza promedio esperada de acuerdo con los estimadores Chao 1 es de 3 y Bootstrap de 3.43, lo cual indica que en la superficie del AP existe la probabilidad de encontrar en promedio 0.43 especies más (Figura IV. 20).

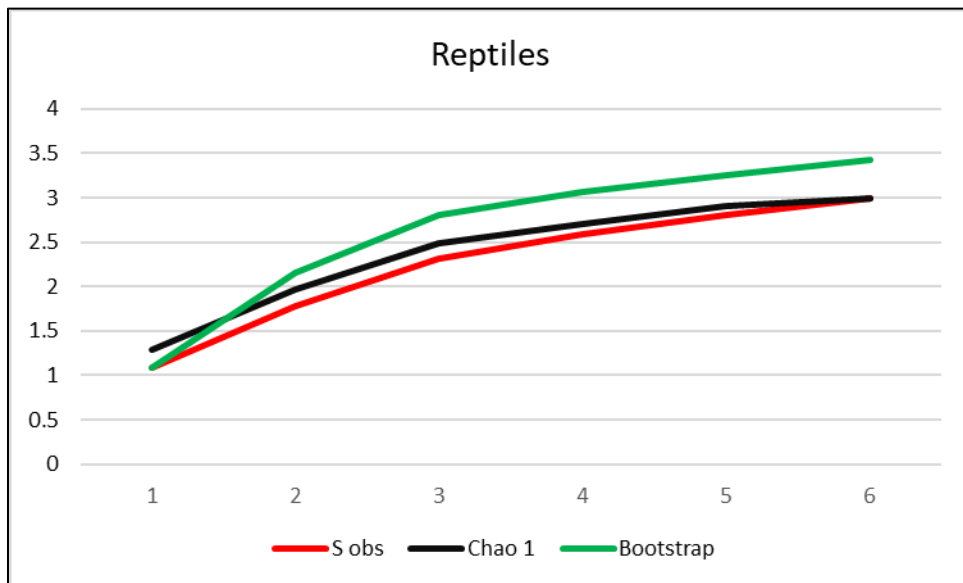


Figura IV. 20. Curvas de acumulación de especies de reptiles registradas a nivel de AP.

Misma situación ocurre con el grupo de las aves en donde la riqueza observada fue de 15 especies, y de acuerdo con los indicadores de Bootstrap y Chao 1 la riqueza promedio esperada es de 18.04 y 35.53 respectivamente, por lo que en promedio se esperaría registrarse entre 3.04 y 20.53 especies más, lo que se ve al no alcanzar la asíntota (Figura IV. 21).

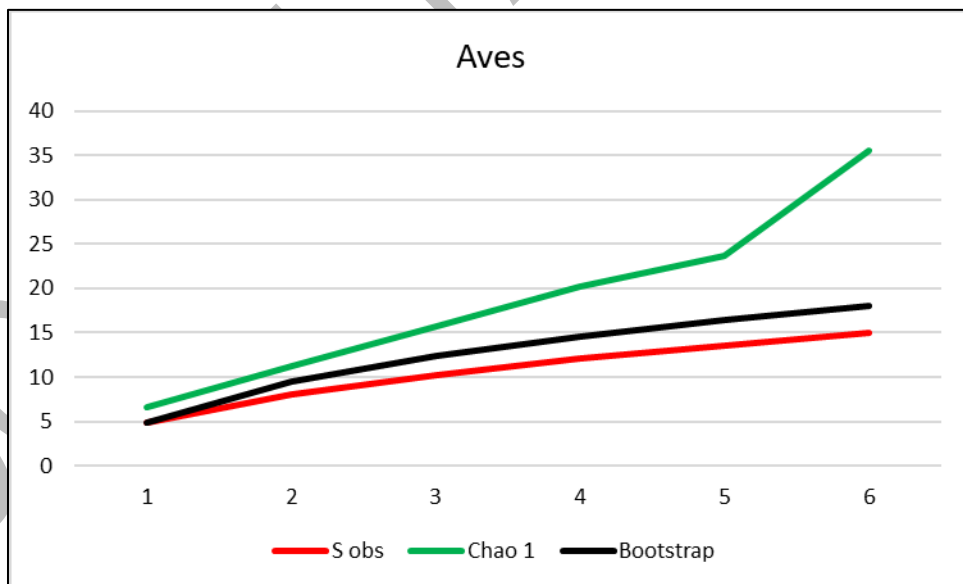


Figura IV. 21. Curvas de acumulación de especies de aves registradas en la superficie del AP.

En el caso específico de los mamíferos se esperaría un registro promedio mayor de 0.65 a 1.02 especies según los estimadores no paramétricos de Chao 1 y Bootstrap (Figura IV. 22).

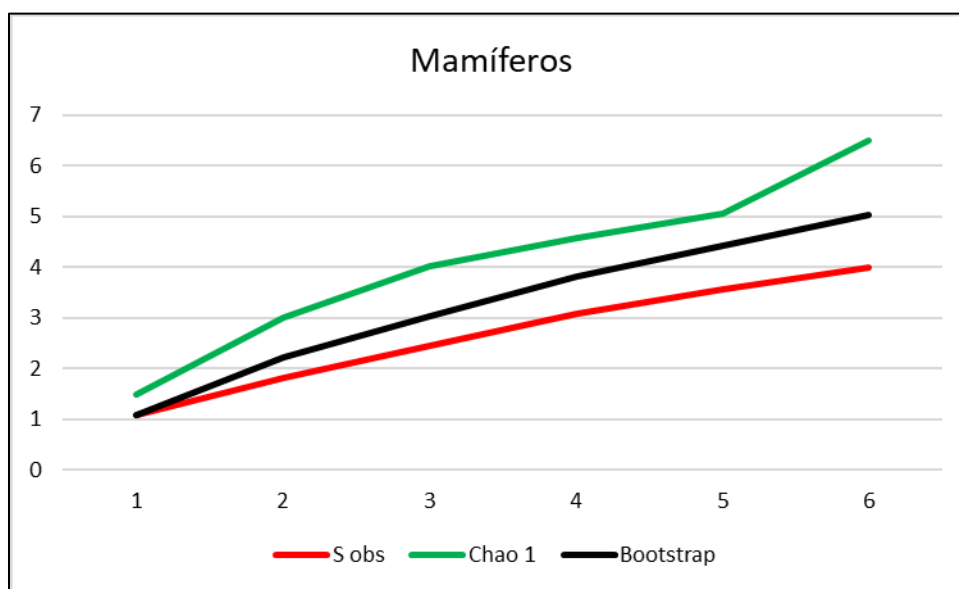


Figura IV. 22. Curva de acumulación de especies de mamíferos presentes a nivel AP.

A partir de este análisis se puede determinar que si el muestreo continúa es posible encontrar un mayor número de especies de vertebrados silvestre y esto es un reflejo de la alta diversidad que presenta el estado de Oaxaca.

IV.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

IV.2.4.1. Indicadores sociodemográficos.

Dinámica Demográfica

Los 14 municipios del área del proyecto contaban con una población total en 2015 de 146,643 habitantes, con una dinámica diferenciada de crecimiento poblacional (tabla 2).

Tabla IV. 25. Municipios y Población 2000-2015.

Clave	Municipio	Población 2000	Población 2005	Población 2010	Población 2015
13	Ciénega de Zimatlán	2942	2562	2785	2953
23	Cuilápam de Guerrero	12812	15041	18428	21597



Clave	Municipio	Población 2000	Población 2005	Población 2010	Población 2015
68	Ocotlán de Morelos	18183	19581	21341	21676
92	San Andrés Ixtlahuaca	1377	1343	1439	1604
115	San Bartolo Coyotepec	4740	8015	8684	9105
243	San Martín Tilcajete	1776	1631	1742	1821
310	San Pedro Ixtlahuaca	3604	5321	6822	8561
369	Santa Catarina Quiané	1758	1571	1847	1931
380	Santa Cruz Papalutla	1833	1910	1972	2127
530	Santo Tomás Jalieza	3095	2885	3385	3617
550	San Jerónimo Tlacoahuaya	4724	4679	5076	5491
555	Trinidad Zaachila	2813	2809	2653	3032
565	Villa de Zaachila	19247	28003	34101	43279
570	Zimatlán de Álvarez	16801	18370	19215	19849
	Total del Área	95705	113721	129490	146643

Fuente: INEGI Censo 2000, 2010, Panorama Sociodemográfico, Encuesta Intercensal 2015.

En los 14 municipios se presentan incrementos poblaciones, aunque la dinámica demográfica es diferenciada, como se muestra en la siguiente gráfica.

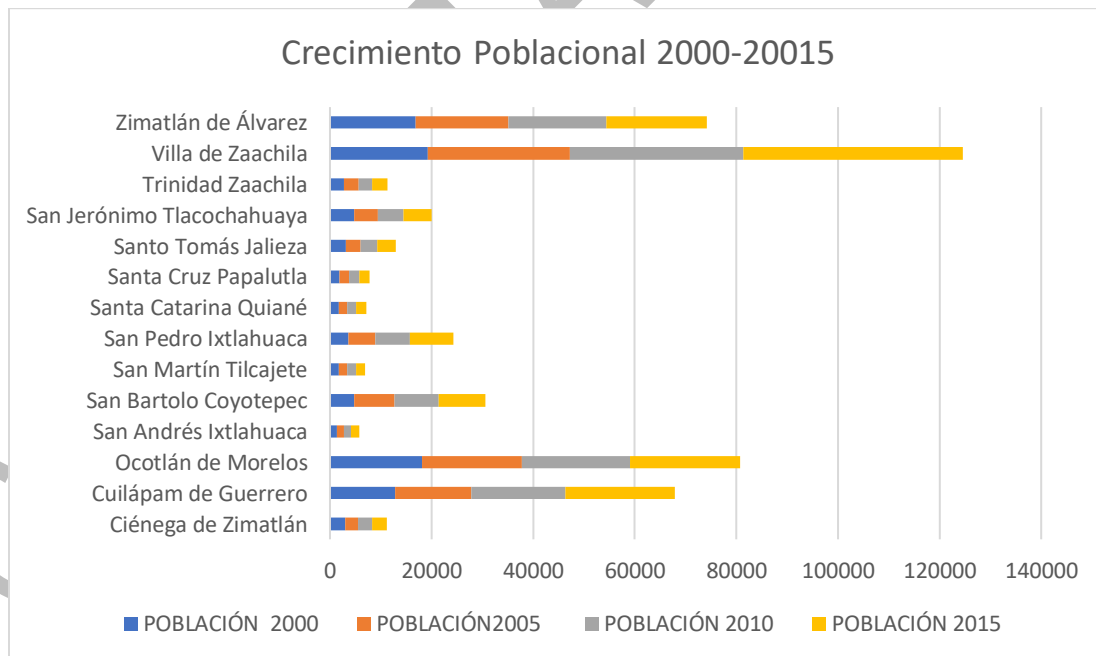


Figura IV. 23. Población de los Municipios por donde cruza el Proyecto.



La dinámica de crecimiento, en el área presenta un crecimiento sostenido durante los últimos 15 años, con excepción de los Municipios de Trinidad Zaachila, San Jerónimo Tlacoahuaya, San Andrés Ixtlahuaca, Santo Tomás Jalieza, San Martín Tilcajete, Santa Catarina Quiané y Ciénega de Zimatlán, que entre el período de 2000-2005, tuvieron un decrecimiento en la población, fenómeno que se mantuvo en el Municipio de Trinidad Zaachila (Tabla 2).

Tabla VI 1. Dinámica demográfica 2000/2015.

Municipios	Población (en miles de Hab)				Incremento Porcentual Intercensal			Crecimiento medio anual
	2000	2005	2010	2015	2000/2005	2005/2010	2010/2015	
Ciénega de Zimatlán	2942	2562	2785	2953	-12.9	8.7	6.0	0.0
Cuilápam de Guerrero	12812	15041	18428	21597	17.4	22.5	17.2	3.5
Ocotlán de Morelos	18183	19581	21341	21676	7.7	9.0	1.6	1.2
San Andrés Ixtlahuaca	1377	1343	1439	1604	-2.5	7.1	11.5	1.0
San Bartolo Coyotepec	4740	8015	8684	9105	69.1	8.3	4.8	4.4
San Martín Tilcajete	1776	1631	1742	1821	-8.2	6.8	4.5	0.2
San Pedro Ixtlahuaca	3604	5321	6822	8561	47.6	28.2	25.5	5.9
Santa Catarina Quiané	1758	1571	1847	1931	-10.6	17.6	4.5	0.6
Santa Cruz Papalutla	1833	1910	1972	2127	4.2	3.2	7.9	1.0
Santo Tomás Jalieza	3095	2885	3385	3617	-6.8	17.3	6.9	1.0
San Jerónimo Tlacoahuaya	4724	4679	5076	5491	-1.0	8.5	8.2	1.0
Trinidad Zaachila	2813	2809	2653	3032	-0.1	-5.6	14.3	0.5
Villa de Zaachila	19247	28003	34101	43279	45.5	21.8	26.9	5.6
Zimatlán de Álvarez	16801	18370	19215	19849	9.3	4.6	3.3	1.1
Total del Área	95705	113721	129490	146643	18.8	13.9	13.2	2.9

Fuente: Estimación propia con base en INEGI Censo 2000, 2010, Panorama Sociodemográfico, Encuesta Intercensal 2015.

Concentración demográfica 2000-2015

Respecto a la concentración demográfica, existe una dinámica sostenida durante los últimos 15 años, en cuatro municipios se concentran más del 70% de la población total del área, en los municipios de Villa de Zaachila y Cuilápam de Guerrero, los valores de crecimiento son mucho mayores que en el total del área (tabla 4 y 5).

Tabla VI 2.. Concentración Poblacional

Nombre del municipio	Población 2000	Población 2005	Población 2010	Población 2015	Incremento porcentual intercensal 00-05	Incremento porcentual intercensal 05-10	Incremento porcentual intercensal 10-15	Crecimiento medio anual 2000-2015
Villa de Zaachila	19247	28003	34101	43279	45	21.8	26.9	5.55
Ocotlán de Morelos	18183	19581	21341	21676	8	9.0	1.6	1.18



Nombre del municipio	Población 2000	Población 2005	Población 2010	Población 2015	Incremento porcentual intercensal 00-05	Incremento porcentual intercensal 05-10	Incremento porcentual intercensal 10-15	Crecimiento medio anual 2000-2015
Cuilápam de Guerrero	12812	15041	18428	21597	17	22.5	17.2	3.54
Zimatlán de Álvarez	16801	18370	19215	19849	9	4.6	3.3	1.12
Total Municipios	67043	80995	93085	106401	20.8	14.9	14.3	3.1
Total Área	95705	113721	129490	146643	9.3	13.9	13.2	2.9

Fuente: Con base en INEGI, Censo 2000, 2010, Panorama Sociodemográfico, Encuesta Intercensal 2015.

Tabla VI 3. Participación Municipal respecto al Total del Área.

	Población 2000	Población 2005	Población 2010	Población 2015
Total de 4 Municipios	67043	80995	93085	106401
Total Área	95705	113721	129490	146643
Participación (en %)	70.1	71.2	71.9	72.6

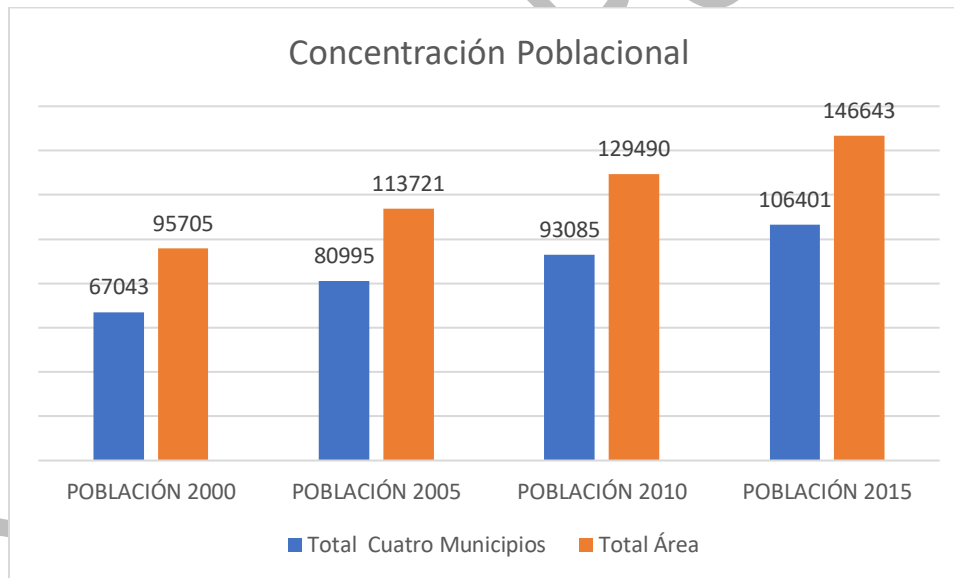


Figura IV. 24. Gráfico que muestra la concentración poblacional respecto al total de población

Composición Poblacional

Grupos étnicos

En el año 2005 el estado de Oaxaca ocupó el décimo lugar del país con una población de 3,506,821 habitantes de los cuales el 31.1% eran indígenas, esto es 1,091,502 personas, para el año 2010 esta cifra se elevó a 1,719,464 personas, los cuales



representaron 45.2%, en el año de 2015, de acuerdo a la Encuesta Intercensal la población indígena (bajo el criterio de población de 3 años y más hablante de lengua indígena), en el estado fue de 1,205,886 habitantes lo que representó el 32.2% respecto al total del estado.⁵

En el área de estudio, la presencia de población indígena (tomando en cuenta el criterio aplicado hasta el 2010), no resulta relevante, de los 14 municipios 11 cuentan con población indígena dispersa y sólo 3 municipios, Villa de Zaachila, San Jerónimo Tlacoahuaya y Santa Cruz Papalutla son considerados con Población indígena, como puede observarse en la siguiente Tabla.

Tabla IV. 26. Población Indígena 2010.

Municipio	Tipo de Municipio	Población Total	Población Indígena	Porcentaje (%)
Ciénega de Zimatlán	Población indígena dispersa	2,785	32	1.1
Cuilápam de Guerrero	Población indígena dispersa	18,428	2,083	11.3
Ocotlán de Morelos	Población indígena dispersa	21,341	1,788	8.4
San Andrés Ixtlahuaca	Población indígena dispersa	1,439	415	28.8
San Bartolo Coyotepec	Población indígena dispersa	8,684	855	9.8
San Martín Tilcajete	Población indígena dispersa	1,742	29	1.7
San Pedro Ixtlahuaca	Población indígena dispersa	6,822	1,374	20.1
Santa Catarina Quiané	Población indígena dispersa	1,847	51	2.8
Santa Cruz Papalutla	Población indígena	1,972	1,364	69.2
Santo Tomás Jalieza	Población indígena dispersa	3,385	1,301	38.4
San Jerónimo Tlacoahuaya	Población indígena	5,076	4,083	80.4
Trinidad Zaachila	Población indígena dispersa	2,653	35	1.3
Villa de Zaachila	Población con presencia indígena	34,101	8,004	23.5
Zimatlán de Álvarez	Población indígena dispersa	19,215	1,851	9.6
Total del área		129,490	23,265	18.0

Fuente: Cálculos de total del área y porcentaje con base en CDI. Sistema de indicadores sobre la población indígena de México con base en: INEGI Censo General de Población y Vivienda, México, 2010.

En el 2015, según los datos del Panorama Sociodemográfico de Oaxaca, que toma como base la Encuesta Intercensal 2015, la incorporación del criterio de autoreconocimiento, el número de municipios con más del 50% de la población que se considera indígena, constituye más de la mitad de los municipios de área. Ver tabla siguiente.

⁵En el año 2005 se detectó que las cifras ofrecidas por el Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI) y la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas o CDI (anteriormente el Instituto Nacional Indigenista INI) eran divergentes. Lo cual puede obedecer, a que los criterios empleados por la CDI para su cálculo incluyen, además del lingüístico, el lugar de origen, la identidad étnica de uno o ambos padres, la asunción individual de la identidad indígena, (autoadscripción) entre otros. En la Encuesta Sociodemográfica del 2015, se consideran criterios tanto de habla de lengua indígena como de autoreconocimiento.



Tabla IV. 27. Población Indígena 2015.

Municipio	Población que se considera indígena (%)	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena (%)
San Martín Tilcajete	94.12%	0.81%
San Jerónimo Tlacoahuaya	91.22%	50.41%
Santo Tomás Jalieza	90.10%	14.94%
Santa Cruz Papalutla	89.37%	30.38%
San Andrés Ixtlahuaca	69.01%	16.79%
Trinidad Zaachila	65.04%	0.70%
Zimatlán de Álvarez	60.80%	3.71%
San Bartolo Coyotepec	52.93%	4.50%
Villa de Zaachila	46.77%	11.02%
San Pedro Ixtlahuaca	45.51%	12.71%
Ocotlán de Morelos	43.85%	3.65%
Cuilupan de Guerrero	42.82%	5.89%
Santa Catarina Quiané	30.09%	1.21%
Ciénega de Zimatlán	18.90%	0.60%

Fuente: Inegi, Cuaderno Demográfico de Oaxaca , 2015.

Según el Programa Especial de los Pueblos Indígenas, 2014-2018, se reconocen en el país 68 grupos étnicos, además del mestizo, distinguidos entre sí sobre la base del criterio lingüístico, reconociéndose a su vez 68 lenguas. Oaxaca es la entidad con mayor diversidad étnica y lingüística de México. En el actual territorio oaxaqueño conviven 19 grupos étnicos de los 68 que hay en México: Mixtecos, zapotecos, triquis, mixes, chatinos, chinantecos, huaves, mazatecos, amuzgos, nahuas, zoques, chontales de Oaxaca, cuicatecos, ixcatecos, chocholtecos, tacuates, afro mestizos de la costa chica y en menor medida toztiltes; que en conjunto superan el millón de habitantes, cifra que se ha sostenido históricamente.

En el área de estudio, tomando en cuenta la primera y segunda lengua, predomina como primera lengua, Zapoteca y como segunda Mixe, la distribución municipal, según el Atlas de los Pueblos Indígenas de México n su edición del 2018, fue la siguiente, ver tabla siguiente.

Tabla IV. 28. Lenguas por municipio en el SAR del Proyecto.

Municipio	Primera Lengua	Segunda Lengua
Ciénega de Zimatlán	Zapotecas	Mixe
Cuilápam de Guerrero	Zapotecas	Mixtecas
Ocotlán de Morelos	Zapotecas	Mixe
San Andrés Ixtlahuaca	Mixtecas	Zapotecas
San Bartolo Coyotepec	Zapotecas	Mixtecas
San Martín Tilcajete	Zapotecas	Mixe
San Pedro Ixtlahuaca	Mixtecas	Zapotecas
Santa Catarina Quiané	Zapotecas	Amuzgo

Municipio	Primera Lengua	Segunda Lengua
Santa Cruz Papalutla	Zapotecas	Mazateco
Santo Tomás Jalieza	Zapotecas	Mixe
San Jerónimo Tlacoahuaya	Zapotecas	Nahuatl
Trinidad Zaachila	Zapotecas	Mixtecas
Villa de Zaachila	Zapotecas	Mixe
Zimatlán de Álvarez	Zapotecas	Mixtecas

Fuente: CDI. Atlas de los pueblos indígenas de México.

Caracterización de la estructura económica productiva a nivel del área de estudio.

Principales Sectores, Productos y Servicios

Las actividades económicas que mayor población ocupan son las agropecuarias, le siguen los artesanos y obreros, en el restante se ubican otras ocupaciones como los técnicos, oficinistas, comerciantes, dependientes, trabajadores de la educación y trabajadores.

La caracterización de la Ocupación de la Población se refiere a dos niveles, a nivel de sector económico y de división ocupacional, resultando este uno de los principales indicadores de la estructura económica del área, si bien algunas de las actividades no forman parte de las estadísticas censales.

Población Económicamente Activa.

La población económicamente activa ocupada, presenta valores promedios de más del 90% de la población en el área. A continuación se presentan valores sintetizados de la población económicamente activa de los municipios por los que incide el Proyecto.

Tabla IV. 29. Población por Condición de actividad económica

Municipio	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica (%)				
		Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
		Total	Ocupada	Desocupada		
Ciénega de Zimatlán	2388	37.4	98.5	1.5	62.5	0.1
Cuilápam de Guerrero	16636	49.4	95.8	4.2	50.6	0.0
Ocotlán de Morelos	17073	47.4	97.0	3.0	52.3	0.3
San Andrés Ixtlahuaca	1291	36.3	94.2	5.8	63.7	0.1
San Bartolo Coyotepec	7302	55.6	97.5	2.5	44.3	0.1
San Martín Tilcajete	1454	43.7	98.9	1.1	56.2	0.1
San Pedro Ixtlahuaca	6395	51.2	95.4	4.6	48.7	0.1
Santa Catarina Quiané	1538	41.9	98.6	1.4	58.1	0.0
Santa Cruz Papalutla	1682	50.2	98.2	1.8	49.7	0.1



Municipio	Población de 12 años y más	Condición de actividad económica (%)				
		Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
		Total	Ocupada	Desocupada		
Santo Tomás Jalieza	2786	53.8	99.7	0.3	46.1	0.1
San Jerónimo Tlacoahuaya	4338	53.5	98.3	1.7	46.5	0.0
Trinidad Zaachila	2440	42.7	93.1	6.9	55.7	1.6
Villa de Zaachila	32463	54.1	95.6	4.4	45.8	0.1
Zimatlán de Álvarez	15391	45.1	95.7	4.3	54.8	0.2

Fuente INEGI Encuesta Intercensal 2015.

Tabla IV. 30. Población ocupada por municipio y su distribución porcentual según sector de actividad económica. (2015)

Municipios	Total	Sector de actividad económica %				
		Primario	Secundario	Comercio	Servicios	No especificado
Ciénega de Zimatlán	880	39.66	15	14.43	29.77	1.14
Cuilápam de Guerrero	7 868	15.44	19.65	14.79	48.89	1.22
Ocotlán de Morelos	7 854	14.36	24.83	19.31	40.25	1.25
San Andrés Ixtlahuaca	441	34.92	16.1	11.34	36.05	1.59
San Bartolo Coyotepec	3 957	5.38	22.87	11.6	58.83	1.31
San Martín Tilcajete	629	18.76	53.9	7	19.24	1.11
San Pedro Ixtlahuaca	3 123	8.1	33.43	19.79	37.5	1.18
Santa Catarina Quiané	636	27.99	19.65	11.64	40.09	0.63
Santa Cruz Papalutla	830	27.83	27.23	9.64	33.61	1.69
Santo Tomás Jalieza	1 495	25.62	48.49	11.71	13.44	0.74
San Jerónimo Tlacoahuaya	2 279	23.3	26.11	15.36	34.97	0.26
Trinidad Zaachila	969	42.31	12.9	11.35	32.4	1.03
Villa de Zaachila	16 788	5.93	23.27	20.75	48.65	1.4
Zimatlán de Álvarez	6 636	23.31	18.4	17.77	39.24	1.28

Fuente: INEGI Encuesta Intercensal 2015.

Tabla IV. 31. Ocupación de la Población según división ocupacional

Municipio	División ocupacional (%)				
	Funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos	Trabajadores agropecuarios	Trabajadores en la industria	Comerciantes y trabajadores en servicios diversos	No especificado
Ciénega de Zimatlán	13.98	38.18	15.57	31.7	0.57
Cuilápam de Guerrero	21.4	14.37	20.5	42.91	0.81
Ocotlán de Morelos	19.75	13.34	25.08	40.9	10.92
San Andrés Ixtlahuaca	19.5	34.01	16.33	29.25	0.91



Municipio	División ocupacional (%)				
	Funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos	Trabajadores agropecuarios	Trabajadores en la industria	Comerciantes y trabajadores en servicios diversos	No especificado
San Bartolo Coyotepec	35.41	5.08	24.89	33.61	1.01
San Martín Tilcajete	8.59	17.81	54.53	17.81	1.27
San Pedro Ixtlahuaca	4.38	51.82	30.66	12.41	0.73
Santa Catarina Quiané	16.04	26.73	21.23	35.53	0.47
Santa Cruz Papalutla	10.24	26.39	30.12	32.41	0.84
Santo Tomás Jalieza	5.55	24.95	49.43	19.8	0.27
San Jerónimo Tlacoahuaya	16.67	20.8	24.4	37.87	0.26
Trinidad Zaachila	14.86	40.04	13.73	30.75	0.62
Villa de Zaachila	22.46	5.3	24.27	46.7	1.26
Zimatlán de Álvarez	20.1	20.84	21.44	36.62	0.99

Fuente: INEGI, "Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca 2016"

2. Sector Primario.

La caracterización con base en las principales características de la Agricultura en el área, de acuerdo con los objetivos del estudio.

2.1. Sub Sector Agricultura.

La agricultura resulta la principal actividad en el área de estudio, tanto por la ocupación de la población como por la ocupación de la superficie, resultando el aprovechamiento individual el de mayor valor, a diferencia de la media del estado, en la cual el Uso Común representa más del 60%.

Tabla IV. 32. Superficie total según principal actividad y tipo de terreno (en ha).

Entidad federativa, municipio y tipo de terreno	Total del terreno	Principal actividad	
		Agricultura	Porcentaje (%)
	Superficie total	Superficie total	
Estados Unidos Mexicanos	190 272 132.24	49 951 551.92	26.25
Con aprovechamiento individual	130 228 393.06	39 204 081.31	30.10
De uso común	60 043 739.18	10 747 470.61	17.90
Oaxaca	9 075 520.70	5 589 264.16	61.59
Con aprovechamiento individual	3 645 981.04	1 972 894.80	54.11
De uso común	5 429 539.66	3 616 369.36	66.61
Ciénega de Zimatlán	528.17	503.49	95.33



Entidad federativa, municipio y tipo de terreno	Total del terreno Superficie total	Principal actividad	
		Agricultura Superficie total	Porcentaje (%)
Con aprovechamiento individual	528.17	503.49	100.00
Cuilápam de Guerrero	3 981.57	2 885.70	72.48
Con aprovechamiento individual	2 313.80	2 063.88	71.52
De uso común	1 667.76	821.82	28.48
Ocotlán de Morelos	10 674.52	8 150.33	76.35
Con aprovechamiento individual	8 939.13	7 004.54	85.94
De uso común	1 735.39	1 145.78	14.06
San Andrés Ixtlahuaca	2 580.84	2 578.79	99.92
Con aprovechamiento individual	1 018.14	1 016.08	39.40
De uso común	1 562.71	1 562.71	60.60
San Bartolo Coyotepec	2 762.11	2 399.89	86.89
Con aprovechamiento individual	754.40	682.01	28.42
De uso común	2 007.72	1 717.89	71.58
San Martín Tilcajete	2 228.22	2 160.94	96.98
Con aprovechamiento individual	2 228.22	2 160.94	100.00
San Pedro Ixtlahuaca	1 968.32	869.98	44.20
Aprovechamiento individual y de uso común	1 968.32	869.98	100.00
Santa Catarina Quiané	1 840.59	1 732.29	94.12
Con aprovechamiento individual	238.23	129.93	7.50
De uso común	1 602.36	1 602.36	92.50
Santa Cruz Papalutla	1 340.17	1 340.17	100.00
De uso común	1 340.17	1 340.17	100.00
Santo Tomás Jalieza	6 842.91	2 036.33	29.76
Con aprovechamiento individual	1 382.35	844.74	41.48
De uso común	5 460.56	1 191.59	58.52
San Jerónimo Tlacoahuaya	3 175.45	408.37	12.86
De uso común	3 175.45	408.37	100.00
Trinidad Zaachila	1 916.42	1 412.74	73.72
Con aprovechamiento individual	1 389.06	1 213.87	85.92
De uso común	527.35	198.86	14.08
Villa de Zaachila	5 849.61	4 712.74	80.57
Con aprovechamiento individual	3 744.37	3 108.99	65.97
De uso común	2 105.24	1 603.75	34.03
Zimatlán de Álvarez	33 872.78	19 592.10	57.84
Con aprovechamiento individual	25 314.89	11 306.25	57.71

Entidad federativa, municipio y tipo de terreno	Total del terreno	Principal actividad	
	Superficie total	Agricultura Superficie total	Porcentaje (%)
De uso común	8 557.89	8 285.85	42.29
TOTAL ÁREA	79 561.67	49 913.86	62.74
Con aprovechamiento individual	47 850.75	30 034.72	60.17
De uso común	29 742.60	19 879.13	39.83
Aprovechamiento individual y de uso común	1 968.32	869.98	1.74

Fuente: Información en Totales INEGI, Actualización del marco censal agropecuario 2016, cálculos propios

Tenencia de la Tierra

De acuerdo con la FAO⁶, se entiende por la Tenencia de la tierra como una relación, definida en forma jurídica o consuetudinaria, entre personas, en cuanto individuos o grupos, con respecto a la tierra (por razones de comodidad, «tierra» se utiliza aquí para englobar otros recursos naturales, como el agua y los árboles). La tenencia de la tierra es una institución, es decir, un conjunto de normas inventadas por las sociedades para regular el comportamiento. Las reglas sobre la tenencia definen de qué manera pueden asignarse dentro de las sociedades los derechos de propiedad de la tierra. Definen cómo se otorga el acceso a los derechos de utilizar, controlar y transferir la tierra, así como las pertinentes responsabilidades y limitaciones. En otras palabras, los sistemas de tenencia de la tierra determinan quién puede utilizar qué recursos, durante cuánto tiempo y bajo qué circunstancias.

La tenencia de la tierra es una parte importante de las estructuras sociales, políticas y económicas. Es de carácter multidimensional, ya que hace entrar en juego aspectos sociales, técnicos, económicos, institucionales, jurídicos y políticos que muchas veces son pasados por alto pero que deben tenerse en cuenta. Las relaciones de tenencia de la tierra pueden estar bien definidas y ser exigibles ante un tribunal judicial oficial o mediante estructuras consuetudinarias dentro de una comunidad. En otros casos, pueden estar relativamente mal definidas, con ambigüedades que se prestan a abusos.

De acuerdo con la información de la siguiente en el área predomina la propiedad comunal y ejidal, lo que corresponde con el comportamiento de esta relación en el estado de Oaxaca, que presenta una clara diferencia con la tendencia a nivel nacional.

⁶ Fondo de Alimentación de las Naciones Unidas (FAO). <http://www.fao.org/3/y4307s/y4307s05.htm>

Tabla IV. 33. Superficie total según tenencia de la tierra

Municipios	Totalidad terrenos ha.	Ejidal		Comunal		Propiedad privada		Colonia agrícola		Propiedad pública	
	Superficie total	Superficie total	%	Superficie total	%	Superficie total	%	Superficie total	%	Superficie total	%
Nacional	190 272132.24	84 705 714.54	44.52	16 308 347.80	8.57	85 279 932.89	44.82	1 158 010.82	0.61	2 820 126.19	1.48
Oaxaca	9 075 520.70	1 684 373.18	18.56	6 260 247.19	68.98	919 186.61	10.13	7 638.45	0.08	204 075.28	2.25
Ciénega de Zimatlán	528.17	233.05	44.12	0.00	0.00	295.12	55.88	0.00		0.00	
Cuicápam de Guerrero	3 981.57	996.60	25.03	1 952.66	49.04	1 032.30	25.93	0.00		0.00	
Ocotlán de Morelos	10 674.52	3 800.89	35.61	1 096.75	10.27	5 776.87	54.12	0.00		0.00	
San Andrés Ixtlahuaca	2 580.84	1 965.49	76.16	86.68	3.36	528.67	20.48	0.00		0.00	
San Bartolo Coyotepec	2 762.11	497.99	18.03	2 201.99	79.72	0.00	0.00	0.00		62.13	2.25
San Martín Tilcajete	2 228.22	0.00	0.00	2 228.22	100.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
San Pedro Ixtlahuaca	1 968.32	942.22	47.87	0.00	0.00	1 026.10	52.13	0.00		0.00	
Santa Catarina Quiané	1 840.59	661.30	35.93	1 111.43	60.38	67.86	3.69	0.00		0.00	
Santa Cruz Papalutla	1 340.17	0.00	0.00	1 340.17	100.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
Santo Tomás Jalieza	6 842.91	2 020.56	29.53	4 822.36	70.47	0.00	0.00	0.00		0.00	
San Jerónimo Tlacoahuaya	3 175.45	0.00	0.00	3 175.45	100.00	0.00	0.00	0.00		0.00	
Trinidad Zaachila	1 916.42	1 441.03	75.19	0.00	0.00	475.38	24.81	0.00		0.00	
Villa de Zaachila	5 849.61	2 661.56	45.50	2 153.13	36.81	1 034.92	17.69	0.00		0.00	
Zimatlán de Álvarez	33 872.78	5 603.08	16.54	28 268.82	83.46	0.88	0.00	0.00		0.00	
TOTAL AREA DE ESTUDIO	79 561.67	20 823.78	26.17	48 437.65	60.88	10 238.11	12.87	0.00		62.13	2.25

Fuente: Información en Totales INEGI, Actualización del marco censal agropecuario 2016, cálculos propios



Como se puede observar en cuanto a la Tenencia Ejidal, los municipios de San Andrés Ixtlahuaca y Trinidad Zaachila, se encuentran por encima de la media del área con 76.16% y 75.19% de la superficie Ejidal, en tanto con Tenencia Comunal, 6 municipios se encuentran con valores superiores a la media del área, del estado y del país.

Tabla IV. 34. Municipios con mayor porcentaje de superficie comunal

Municipio	Porcentaje de superficie con Tenencia Comunal
San Martín Tilcajete	100
Santa Cruz Papalutla	100
San Jerónimo Tlacoahuaya	100
Zimatlán de Álvarez	83.5
San Bartolo Coyotepec	79.7
Santo Tomás Jalieza	70.5

La Propiedad Privada presenta valores significativos superiores al estado y al país en los municipios de Ciénega de Zimatlán, Ocotlán de Morelos y San Pedro Ixtlahuaca, con más del 50% de la superficie.

Derechos de Propiedad.

Los derechos de propiedad predominantes en el área son la Propia y la Aparcería, de acuerdo con la información de la Tabla 2.3 sólo en el Municipio de Santa Cruz Papalutla, el derecho de la tierra que se presenta bajo posesión representa un valor de más del 90%.

Tabla IV. 35. Derechos de Propiedad.

Municipios	Total de terrenos	Propia		Rentada		A medias o en aparcería		Prestada		Concesión		Posesión	
	Superficie total	Superficie total	%	Superficie total	%	Superficie total	%	Superficie total	%	Superficie total	%	Superficie total	%
Ciénega de Zimatlán	528.17	368.13	69.70	8.55	1.62	141.13	26.72	8.46	1.60	0.00	0	0.00	0.00
Cuilápam de Guerrero	3 981.57	3 974.44	99.82	0.34	0.01	6.16	0.15	0.52	0.01	0.00	0	0.12	0.00
Ocotlán de Morelos	10 674.52	9 751.73	91.36	21.03	0.20	211.77	1.98	84.26	0.79	0.00	0	598.37	5.61
San Andrés Ixtlahuaca	2 580.84	1 986.83	76.98	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	0.04	0.00	0	592.99	22.98
San Bartolo Coyotepec	2 762.11	2 744.32	99.36	1.66	0.06	11.24	0.41	4.60	0.17	0.00	0	0.30	0.01
San Martín Tilcajete	2 228.22	2 160.94	96.98	0.00	0.00	0.00	0.00	67.28	3.02	0.00	0	0.00	0.00
San Pedro Ixtlahuaca	1 968.32	1 964.30	99.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29	0.07	0.00	0	2.73	0.14
Santa Catarina Quiané	1 840.59	1 217.98	66.17	12.65	0.69	23.76	1.29	0.60	0.03	0.00	0	585.60	31.82
Santa Cruz Papalutla	1 340.17	11.91	0.89	0.00	0.00	29.78	2.22	0.00	0.00	0.00	0	1 298.47	96.89
Santo Tomás Jalieza	6 842.91	6 821.28	99.68	0.00	0.00	7.19	0.11	14.10	0.21	0.00	0	0.35	0.01
San Jerónimo Tlacoahuaya	3 175.45	3 160.06	99.52	0.00	0.00	15.40	0.48	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Villa de Zaachila	5 849.61	5 313.36	90.83	12.44	0.21	50.40	0.86	33.02	0.56	0.00	0	440.39	7.53
Zimatlán de Álvarez	33 872.78	25 863.45	76.35	17.59	0.05	85.54	0.25	599.25	1.77	0.00	0	7 287.98	21.52
Total área de estudio	77 645.25	65 338.73	84.15	74.26	0.10	582.35	0.75	814.39	1.05	0.00	0	10 807.31	13.92

Fuente: Información en Totales INEGI, Actualización del marco censal agropecuario 2016, cálculos propios.

Acerca del Derecho de propiedad, resulta importante señalar que a partir de la reforma Constitucional de 1992 se estableció el programa PROCEDE (Programa de Certificación de los Derechos Ejidales y la Titulación de Solares) que otorgaba certificados de propiedad a los ejidatarios sobre sus parcelas. Se eliminó la restricción al uso permanente de la tierra dejando al ejidatario libre para rentar, contratar trabajadores, moverse y hasta vender su parcela, razón por la cual se ampliaron los diferentes Derechos de Propiedad sobre la Tierra. En México el derecho de posesión es elevado a la categoría de garantía constitucional de tal forma que los particulares no podrán ser privados de este derecho de forma arbitraria.

Tipos de Agricultura de acuerdo con la disponibilidad del agua.

En el área predomina la agricultura de Temporal, aunque en todos los municipios existe superficie sembrada bajo riego, los valores significativos por encima de la media del área se encuentran en los Municipios Ciénega de Zimatlán, San Jerónimo Tlacoahuaya y Santa Catarina Quiané.

Tabla IV. 36. Superficie total principalmente con agricultura a cielo abierto según superficie sembrada estimada y disponibilidad del agua.

Municipio	Principalmente con Agricultura a Cielo Abierto	Superficie sembrada estimada y disponibilidad del agua					
		Superficie total	Total*	Temporal		Riego	
				Superficie total	% **	Superficie total	% **
Ciénega de Zimatlán	458.64	320.63	133.76	41.72	186.87	58.28	
Cuicápam de Guerrero	2 879.16	890.07	873.78	98.17	16.29	1.83	
Ocotlán de Morelos	7 921.05	2 893.92	2 815.35	97.28	78.58	2.72	
San Andrés Ixtlahuaca	954.95	912.52	887.64	97.27	24.88	2.73	
San Bartolo Coyotepec	2 373.95	476.69	437.08	91.69	39.61	8.31	
San Martín Tilcajete	2 160.94	681.70	673.44	98.79	8.26	1.21	
San Pedro Ixtlahuaca	596.87	475.16	461.78	97.18	13.38	2.82	
Santa Catarina Quiané	1 145.96	512.46	447.45	87.31	65.01	12.69	
Santa Cruz Papalutla	1 292.52	696.82	679.98	97.58	16.84	2.42	
Santo Tomás Jalieza	1 569.65	539.43	492.38	91.28	47.04	8.72	
San Jerónimo Tlacoahuaya	386.10	306.66	224.63	73.25	82.03	26.75	
Trinidad Zaachila	1 269.37	972.62	949.26	97.60	23.36	2.40	
Villa de Zaachila	4 697.74	1 601.43	1 455.83	90.91	145.60	9.09	
Zimatlán de Álvarez	15 045.40	1 650.15	1 461.54	88.57	188.61	11.43	
Total área de estudio	42 752.30	12 930.27	11 993.90	92.76	936.37	7.24	

Fuente: Información en Totales INEGI, Actualización del marco censal agropecuario 2016, cálculos propios. Nota Aclaratoria: Total* respecto a cultivos seleccionados no al total del municipio % ** respecto a Superficie Sembrada de cultivos seleccionados no a la totalidad del municipio.

Actividad agrícola según tipo de agricultura

Entre los criterios para la clasificación de la Agricultura, no sólo se toma en cuenta la disponibilidad de agua, sino también el criterio con base a la utilización de estructuras de protección de los cultivos, de tal forma que la Agricultura Protegida “es un sistema de producción realizado bajo diversas estructuras, para proteger cultivos, al minimizar las restricciones y efectos que



imponen los fenómenos climáticos” (Moreno Reséndiz, et.al, 2011:764), otros autores consideran “como parte fundamental de la agricultura protegida a los invernaderos, túneles, casas sombra y otras técnicas como los acolchados y los enmallados, el fertirriego o riego por goteo y la hidroponía” (Tapia, 2017)

En el área de estudio, predomina la Agricultura a cielo abierto, aunque en el municipio de San Andrés Ixtlahuaca, más del 60% de la superficie cultivada se desarrolla bajo el sistema de agricultura protegida, y con valores del 30% en los municipios de San Pedro Ixtlahuaca y Santa Catarina Quiané.

Tabla IV. 37. Superficie total principalmente con actividad agrícola según tipo de agricultura en hectáreas.

Entidad federativa y municipio	Terrenos principalmente con actividad agrícola	Tipo de agricultura							
		Principalmente con agricultura a cielo abierto			Principalmente con agricultura protegida			Terrenos en descanso	
		Superficie total	Número de terrenos	Superficie total	% de superficie total	Número de terrenos	Superficie total	% de superficie total	Número de terrenos
Ciénega de Zimatlán	503.49	1 080	458.64	91.09	4	44.85	8.91	0	0.00
Cuicápam de Guerrero	2 885.70	1 732	2 879.16	99.77	8	4.55	0.16	2	1.99
Ocotlán de Morelos	8 150.33	4 398	7 921.05	97.19	44	162.73	2.00	41	66.55
San Andrés Ixtlahuaca	2 578.79	238	954.95	37.03	18	1 623.83	62.97	0	0.00
San Bartolo Coyotepec	2 399.89	785	2 373.95	98.92	10	25.94	1.08	0	0.00
San Martín Tilcajete	2 160.94	196	2 160.94	100.00	0	0.00	0.00	0	0.00
San Pedro Ixtlahuaca	869.98	810	596.87	68.61	10	269.56	30.99	2	3.54
Santa Catarina Quiané	1 732.29	386	1 145.96	66.15	4	586.33	33.85	0	0.00
Santa Cruz Papalutla	1 340.17	217	1 292.52	96.44	0	0.00	0.00	8	47.65
Santo Tomás Jalieza	2 036.33	1 121	1 569.65	77.08	7	466.67	22.92	0	0.00
San Jerónimo Tlacoahuaya	408.37	425	386.10	94.55	1	0.32	0.08	21	21.95
Trinidad Zaachila	1 412.74	1 728	1 269.37	89.85	6	142.37	10.08	3	0.99
Villa de Zaachila	4 712.74	1 842	4 697.74	99.68	16	11.73	0.25	4	3.26
Zimatlán de Álvarez	19 592.10	4 984	15 045.40	76.79	57	4 191.09	21.39	31	355.62
Total área de estudio	50 783.83	19 942	42 752.30	84.18	185	7 529.97	14.83		

Fuente: Información en Totales INEGI, Actualización del marco censal agropecuario 2016, cálculos propios. Nota Aclaratoria de INEGI “Para cada terreno solo se presenta la actividad principal y por lo tanto, no hay información de las actividades que se realizan de manera secundaria. Por ejemplo, en aquellos casos que en un mismo terreno se combinan la agricultura a cielo abierto y la agricultura protegida, solo se conocerán datos de la que se haya obtenido como la principal, aunque esta actividad no se realice en la totalidad de la superficie del terreno”.



Principales cultivos

En el área de estudio los principales cultivos son el Maíz, Frijol, Alfalfa, Agave, aunque existen algunos municipios con cultivos que no son reportados en el Censo Agrícola, tales como la Jícama en Villa de Zaachila, Ciénega Zimatlán y Zimatlán de Álvarez (<https://www.inforural.com.mx/jicama-dorada-cosecha-en-zaachila-oaxaca/>) y el tomate en San Andrés Ixtlahuaca, que ha alcanzado el mercado de Estados Unidos de Norteamérica (<http://imparcialoaxaca.mx/los-municipios/43137/en-oaxaca-vive-el-campo-contraste-entre-el-maiz-y-el-tomate/>)

Tabla IV. 38. Principales cultivos en Agricultura a cielo abierto.

Entidad federativa, municipio y principal cultivo	Terrenos principalmente con agricultura a cielo abierto		Superficie sembrada estimada y disponibilidad del agua				
	Número	Superficie total	Total	De temporal		De riego	
				Número de terrenos	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total
Ciénega de Zimatlán	1 080	458.64	320.63	455	133.76	625	186.87
Anuales							
Calabaza	6	3.27	3.27	3	2.00	3	1.27
Maíz	457	181.55	181.55	322	124.80	135	56.75
Perennes							
Agave	3	2.08	2.08	1	0.62	2	1.46
Alfalfa	466	141.17	124.55	26	5.36	440	119.19
Caña de azúcar	43	8.71	8.71	4	0.51	39	8.19
Cultivos sin clasificar							
Cultivos no especificados	101	56.02	ND	97	ND	4	ND
Cultivos agrupados (Frijol, Aguacate, Otros cultivos)	4	65.85	0.47	2	0.47	2	0.00
Cuicápam de Guerrero	1 732	2 879.16	890.07	1 651	873.78	81	16.29
Anuales							
Algodón	3	2.12	ND	3	ND	0	ND
Calabaza	3	1.30	1.30	2	1.21	1	0.10
Chile	10	2.86	2.51	3	1.06	7	1.45
Frijol	34	34.49	34.49	29	32.62	5	1.87
Maíz	1 586	2 786.64	847.00	1 522	834.14	64	12.86
Perennes							
Alfalfa	5	3.05	3.05	5	3.05	0	0.00
Cultivos sin clasificar							
Otros cultivos	8	4.38	ND	8	ND	0	ND
Cultivos no especificados	79	40.53	ND	76	ND	3	ND
Cultivos agrupados(Sorgo, Limón)	4	3.78	1.71	3	1.70	1	0.01



Entidad federativa, municipio y principal cultivo	Terrenos principalmente con agricultura a cielo abierto		Superficie sembrada estimada y disponibilidad del agua				
	Número	Superficie total	Total	De temporal		De riego	
				Número de terrenos	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total
Ocotlán de Morelos	4 398	7 921.05	2 893.92	4 148	2 815.35	250	78.58
Anuales							
Calabaza	7	7.43	3.76	6	1.48	1	2.28
Frijol	57	126.91	126.91	57	126.91	0	0.00
Maíz	2 805	5 777.28	2 723.50	2 629	2 657.35	176	66.15
Perennes							
Agave	14	372.25	19.80	14	19.80	0	0.00
Aguacate	9	6.26	5.87	7	4.95	2	0.92
Alfalfa	21	26.28	10.57	3	1.34	18	9.22
Cultivos sin clasificar							
Otros cultivos	74	138.52	ND	21	ND	53	ND
Cultivos no especificados	1 406	1 461.15	ND	1 406	ND	0	ND
Cultivos agrupados (Chile, Jitomate, Caña de azúcar)	5	4.97	3.52	5	3.52	0	0.00
San Andrés Ixtlahuaca	238	954.95	912.52	202	887.64	36	24.88
Anuales							
Maíz	176	912.11	912.11	141	887.64	35	24.47
Cultivos sin clasificar							
Cultivos agrupados (Alfalfa)	62	42.84	0.42	61	0.00	1	0.42
San Bartolo Coyotepec	785	2 373.95	476.69	683	437.08	102	39.61
Anuales							
Frijol	13	8.17	8.17	12	7.17	1	1.00
Maíz	647	2 268.19	431.16	592	418.28	55	12.89
Perennes							
Alfalfa	63	36.78	36.78	20	11.61	43	25.17
Cultivos sin clasificar							
Cultivos no especificados	56	58.83	ND	56	ND	0	ND
Cultivos agrupados (Aguacate, Naranja)	6	2.00	0.58	3	0.03	3	0.56
San Martín Tilcajete	196	2 160.94	681.70	193	673.44	3	8.26
Cultivos sin clasificar							
Cultivos agrupados (Maíz, Alfalfa)	196	2 160.94	681.70	193	673.44	3	8.26
San Pedro Ixtlahuaca	810	596.87	475.16	799	461.78	11	13.38



Entidad federativa, municipio y principal cultivo	Terrenos principalmente con agricultura a cielo abierto		Superficie sembrada estimada y disponibilidad del agua				
	Número	Superficie total	Total	De temporal		De riego	
				Número de terrenos	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total
Anuales							
Maíz	630	471.54	471.54	620	458.16	10	13.38
Cultivos sin clasificar							
Cultivos no especificados	173	121.39	ND	173	ND	0	ND
Cultivos agrupados (Frijol, Aguacate, Alfalfa)	7	3.94	3.62	6	3.62	1	0.00
Santa Catarina Quiané	386	1 145.96	512.46	355	447.45	31	65.01
Anuales							
Frijol	6	37.38	22.22	4	15.05	2	7.16
Maíz	270	865.49	454.31	254	415.09	16	39.22
Perennes							
Agave	5	24.71	15.30	3	7.84	2	7.46
Alfalfa	19	67.53	18.77	10	8.22	9	10.55
Cultivos sin clasificar							
Cultivos no especificados	79	144.10	ND	79	ND	0	ND
Cultivos agrupados (Algodón, Avena, Calabaza, Aguacate)	7	6.76	1.86	5	1.25	2	0.60
Santa Cruz Papalutla	217	1 292.52	696.82	207	679.98	10	16.84
Anuales							
Maíz	183	1 090.00	637.00	181	630.04	2	6.96
Perennes							
Agave	25	148.91	48.60	25	48.60	0	0.00
Cultivos sin clasificar							
Cultivos agrupados(Chile, Alfalfa)	9	53.61	11.22	1	1.34	8	9.88
Santo Tomás Jalieza	1 121	1 569.65	539.43	1 066	492.38	55	47.04
Anuales							
Calabaza	9	3.66	3.66	9	3.66	0	0.00
Frijol	19	7.08	7.08	19	7.08	0	0.00
Maíz	538	571.41	525.81	487	479.13	51	46.68
Perennes							
Aguacate	3	1.36	0.82	3	0.82	0	0.00
Alfalfa	16	6.30	1.78	12	1.42	4	0.36
Cultivos sin clasificar							



Entidad federativa, municipio y principal cultivo	Terrenos principalmente con agricultura a cielo abierto		Superficie sembrada estimada y disponibilidad del agua				
	Número	Superficie total	Total	De temporal		De riego	
				Número de terrenos	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total
Cultivos no especificados	533	979.16	ND	533	ND	0	ND
Cultivos agrupados (Agave)	3	0.67	0.27	3	0.27	0	0.00
San Jerónimo Tlacoahuaya	425	386.10	306.66	249	224.63	176	82.03
Anuales							
Frijol	4	4.35	4.35	1	1.09	3	3.26
Maíz	306	277.34	277.34	229	220.42	77	56.92
Perennes							
Alfalfa	52	49.82	21.69	2	0.95	50	20.74
Cultivos sin clasificar							
Otros cultivos	44	46.30	ND	0	ND	44	ND
Cultivos no especificados	15	4.73	ND	15	ND	0	ND
Cultivos agrupados (Cebolla, Chile, Agave)	4	3.58	3.28	2	2.17	2	1.11
Trinidad Zaachila	1 728	1 269.37	972.62	1 694	949.26	34	23.36
Anuales							
Frijol	6	2.45	2.45	6	2.45	0	0.00
Maíz	1 356	957.60	957.60	1 330	939.32	26	18.28
Perennes							
Agave	9	7.42	1.80	9	1.80	0	0.00
Alfalfa	19	7.40	7.40	11	2.32	8	5.08
Cultivos sin clasificar							
Otros cultivos	3	0.55	ND	3	ND	0	ND
Cultivos no especificados	331	272.26	ND	331	ND	0	ND
Cultivos agrupados (Avena, Calabaza, Sorgo)	4	21.69	3.37	4	3.37	0	0.00
Villa de Zaachila	1 842	4 697.74	1 601.43	1 581	1 455.83	261	145.60
Anuales							
Calabaza	9	11.70	11.70	7	5.81	2	5.89
Frijol	21	52.76	52.76	16	47.95	5	4.81
Maíz	1 225	3 498.84	1 445.73	1 050	1 369.29	175	76.44
Sorgo	6	3.98	3.98	5	3.32	1	0.66
Perennes							
Agave	8	8.75	3.60	8	3.60	0	0.00



Entidad federativa, municipio y principal cultivo	Terrenos principalmente con agricultura a cielo abierto		Superficie sembrada estimada y disponibilidad del agua				
	Número	Superficie total	Total	De temporal		De riego	
				Número de terrenos	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total
Aguacate	4	33.86	2.46	1	0.03	3	2.42
Alfalfa	80	115.78	80.32	25	25.82	55	54.49
Cultivos sin clasificar							
Otros cultivos	67	200.54	ND	52	ND	15	ND
Cultivos no especificados	419	764.92	ND	417	ND	2	ND
Cultivos agrupados (Cebada, Melón)	3	6.61	0.88	0	0.00	3	0.88
Calabaza	63	44.93	35.56	60	34.58	3	0.99
Frijol	84	54.55	54.55	69	44.38	15	10.17
Maíz	3 609	12 997.63	1 396.58	3 115	1 321.29	494	75.28
Sorgo	11	3.12	3.12	10	2.71	1	0.40
Tomate de cáscara	10	5.66	ND	5	ND	5	ND
Perennes							
Agave	58	38.11	38.11	58	38.11	0	0.00
Aguacate	13	14.46	4.74	12	4.35	1	0.40
Alfalfa	629	986.05	103.31	109	6.59	520	96.72
Caña de azúcar	17	7.48	3.73	1	0.14	16	3.59
Limón	7	6.48	3.73	5	3.33	2	0.39
Manzana	11	104.39	1.69	10	1.49	1	0.21
Cultivos sin clasificar							
Otros cultivos	141	607.55	ND	101	ND	40	ND
Cultivos no especificados	321	165.70	ND	317	ND	4	ND
Cultivos agrupados (Chile, Jitomate, Trigo, Cacao, Mango, Papaya, Plátano)	10	9.30	5.04	8	4.57	2	0.46
Zimatlán de Álvarez	4 984	15 045.40	1 650.15	3 880	1 461.54	1 104	188.61
Anuales							
Calabaza	63	44.93	35.56	60	34.58	3	0.99
Frijol	84	54.55	54.55	69	44.38	15	10.17
Maíz	3 609	12 997.63	1 396.58	3 115	1 321.29	494	75.28
Sorgo	11	3.12	3.12	10	2.71	1	0.40
Tomate de cáscara	10	5.66	ND	5	ND	5	ND
Perennes							
Agave	58	38.11	38.11	58	38.11	0	0.00



Entidad federativa, municipio y principal cultivo	Terrenos principalmente con agricultura a cielo abierto		Superficie sembrada estimada y disponibilidad del agua				
	Número	Superficie total	Total	De temporal		De riego	
				Número de terrenos	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total
Aguacate	13	14.46	4.74	12	4.35	1	0.40
Alfalfa	629	986.05	103.31	109	6.59	520	96.72
Caña de azúcar	17	7.48	3.73	1	0.14	16	3.59
Limón	7	6.48	3.73	5	3.33	2	0.39
Manzana	11	104.39	1.69	10	1.49	1	0.21
Cultivos sin clasificar							
Otros cultivos	141	607.55	ND	101	ND	40	ND
Cultivos no especificados	321	165.70	ND	317	ND	4	ND
Cultivos agrupados (Chile, Jitomate, Trigo, Cacao, Mango, Papaya, Plátano)	10	9.30	5.04	8	4.57	2	0.46

Fuente: Información en Totales INEGI, Actualización del marco censal agropecuario 2016.

2.2. Sub sector Pecuario

Apicultura

El estado de Oaxaca, ocupa el 5º lugar a nivel nacional en producción de miel, y se generan 4 mil 150 toneladas anuales, con una derrama en divisas generan divisas para el estado de 182 mdp (<https://www.oaxaca.gob.mx/sedapa/2019/02/20/>). En el área de estudio la producción de miel se localiza en 4 municipios de acuerdo con la información del Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca, 2016 (ver siguiente tabla).

Tabla IV. 39. Volumen y valor de la producción de miel y cera en greña por municipio (2015)

Municipio	Volumen de la producción de miel (ton)	Valor de la producción de miel (Miles de pesos)	Volumen de la producción de cera en greña (Ton)	Valor de la producción de cera en greña (Miles de pesos)
Estado	3 826.0	154 158	129	7 755
Ocotlán de Morelos	32.6	1 208	0.98	51
San Andrés Ixtlahuaca	1.1	42	0.03	2
San Jerónimo Tlacoahuaya	2.6	92	0.08	4
Zimatlán de Álvarez	13.8	511	0.42	21

Fuente: INEGI. Anuario Estadístico y Geográfico de Oaxaca 2016.

Ganadería.

En el área de estudio, la ganadería no ocupa un lugar significativo como actividad principal, en cuanto a la superficie, sólo en los municipios de Trinidad Zaachila y Zimatlán de Álvarez, se presentan valores significativos. La existencia de ganado es principalmente bovino y ovino, bajo aprovechamiento individual, como puede observarse en la siguiente tabla.



Tabla IV. 40. Superficie total según principal actividad

Entidad federativa, municipio y tipo de terreno	Total de Terrenos	Ganadería
	Superficie total	Superficie total
Estados Unidos Mexicanos	190 272 132.24	64 106 425.93
Con aprovechamiento individual	130 228 393.06	61 647 160.04
De uso común	60 043 739.18	2 459 265.88
Oaxaca	9 075 520.70	1 539 459.76
Con aprovechamiento individual	3 645 981.04	1 017 189.75
De uso común	5 429 539.66	522 270.01
Ciénega de Zimatán	528.17	0.00
Con aprovechamiento individual	528.17	0.00
Cuilápam de Guerrero	3 981.57	0.59
Con aprovechamiento individual	2 313.80	0.59
De uso común	1 667.76	0.00
Ocotlán de Morelos	10 674.52	7.72
Con aprovechamiento individual	8 939.13	7.72
De uso común	1 735.39	0.00
San Andrés Ixtlahuaca	2 580.84	0.00
Con aprovechamiento individual	1 018.14	0.00
De uso común	1 562.71	0.00
San Bartolo Coyotepec	2 762.11	0.56
Con aprovechamiento individual	754.40	0.56
De uso común	2 007.72	0.00
San Martín Tilcajete	2 228.22	0.00
Con aprovechamiento individual	2 228.22	0.00
San Pedro Ixtlahuaca	1 968.32	0.00
Aprovechamiento individual y de uso común	1 968.32	0.00
Santa Catarina Quiané	1 840.59	0.00
Con aprovechamiento individual	238.23	0.00
De uso común	1 602.36	0.00
Santa Cruz Papalutla	1 340.17	0.00
De uso común	1 340.17	0.00
Santo Tomás Jalieza	6 842.91	0.00
Con aprovechamiento individual	1 382.35	0.00
De uso común	5 460.56	0.00
San Jerónimo Tlacoahuaya	3 175.45	1.09



Entidad federativa, municipio y tipo de terreno	Total de Terrenos	Ganadería
	Superficie total	Superficie total
De uso común	3 175.45	1.09
Trinidad Zaachila	1 916.42	14.96
Con aprovechamiento individual	1 389.06	14.96
De uso común	527.35	0.00
Villa de Zaachila	5 849.61	2.47
Con aprovechamiento individual	3 744.37	2.47
De uso común	2 105.24	0.00
Zimatlán de Álvarez	33 872.78	17.47
Con aprovechamiento individual	25 314.89	17.47
De uso común	8 557.89	0.00

Fuente: INEGI, Actualización del marco censal agropecuario 2016. Nota de INEGI: Para cada terreno solo se presenta la actividad principal y, por lo tanto, no hay información de las actividades que se realizan de manera secundaria. Por ejemplo, en aquellos casos que en un mismo terreno se combinan la agricultura y la ganadería, solo se conocerán datos de la que se haya obtenido como la principal, aunque esta actividad no se realice en la totalidad de la superficie del terreno.

Sin embargo, la ganadería es una actividad que se encuentra en crisis, como se señala en el Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013, "Los deficientes mecanismos de organización, capacitación, asistencia técnica y comercialización" han provocado desde hace más de 15 años baja rentabilidad en un 80% los sistemas ganaderos principalmente en la ganadería bovina de engorda, situación que afecta a los 823 productores dedicados a esta actividad.

2.3. Sub Sector Forestal.

La actividad forestal se desarrolla en 5 municipios, de los cuales Zimatlán de Álvarez presenta valores significativos, en este municipio además tiene lugar actividades manufactureras y de comercio asociadas a la actividad forestal.

Tabla IV. 41. Superficie con actividad forestal.

Entidad federativa, municipio y tipo de terreno	Total terrenos	Forestal	
	Superficie total	Superficie total	%
Estados Unidos Mexicanos	190 272 132.24	1 790 926.52	0.94
Con aprovechamiento individual	130 228 393.06	1 464 356.03	81.8
De uso común	60 043 739.18	326 570.50	18.2
Oaxaca	9 075 520.70	252 519.24	2.8
Con aprovechamiento individual	3 645 981.04	64 181.99	25.4
De uso común	5 429 539.66	188 337.25	74.6
Ocotlán de Morelos	10 674.52	259.26	2.4
Con aprovechamiento individual	8 939.13	259.26	100
De uso común	1 735.39	0.00	0
San Martín Tilcajete	2 228.22	11.21	0.5
Con aprovechamiento individual	2 228.22	11.21	100



Entidad federativa, municipio y tipo de terreno	Total terrenos	Forestal	
	Superficie total	Superficie total	%
Trinidad Zaachila	1 916.42	5.66	0.3
Con aprovechamiento individual	1 389.06	0.00	0
De uso común	527.35	5.66	100
Villa de Zaachila	5 849.61	232.45	4.0
Con aprovechamiento individual	3 744.37	0.00	0
De uso común	2 105.24	232.45	100
Zimatlán de Álvarez	33 872.78	3 342.48	9.9
Con aprovechamiento individual	25 314.89	3 342.48	100
De uso común	8 557.89	0.00	0

Fuente: Información en Totales INEGI, Actualización del marco censal agropecuario 2016, cálculos propios.

La producción agropecuaria y forestal en el área de estudio se realiza principalmente por medio de los pequeños y medianos productores, a excepción del Municipio de San Pedro Ixtlahuaca, en el cual la superficie bajo grandes productores alcanza el 30%.

Tabla IV. 42. Superficie total con actividad agropecuaria y forestal según tipo de productor.

Municipio	Superficie total	Tipo de Productor			
		Grandes Productores		Pequeños y Medianos Productores	
		Superficie total	Porcentaje (%) Superficie total	Superficie total	Porcentaje (%) Superficie total
Ciénega de Zimatlán	503.49	64.75	12.86	438.74	87.14
Cuilápam de Guerrero	2 886.29	0.00	0.00	2 886.29	100.00
Ocotlán de Morelos	8 417.30	336.25	3.99	8 081.05	96.01
San Andrés Ixtlahuaca	2 578.79	0.00	0.00	2 578.79	100.00
San Bartolo Coyotepec	2 400.45	0.00	0.00	2 400.45	100.00
San Martín Tilcajete	2 172.15	0.00	0.00	2 172.15	100.00
San Pedro Ixtlahuaca	869.98	263.64	30.30	606.33	69.70
Santa Catarina Quiané	1 732.29	0.00	0.00	1 732.29	100.00
Santa Cruz Papalutla	1 340.17	0.00	0.00	1 340.17	100.00
Santo Tomás Jalieza	2 036.33	0.00	0.00	2 036.33	100.00
San Jerónimo Tlacoahuaya	409.46	0.00	0.00	409.46	100.00
Trinidad Zaachila	1 433.35	0.00	0.00	1 433.35	100.00
Villa de Zaachila	4 947.66	0.94	0.02	4 946.72	99.98
Zimatlán de Álvarez	22 952.06	3 463.74	15.09	19 488.31	84.91
Total área de estudio	54 679.75	4 129.33	7.55	50 550.42	92.45

Fuente: Información en Totales INEGI, Actualización del marco censal agropecuario 2016, cálculos propios.



1. Sector Secundario y Terciario.

De acuerdo con el Censo Económico de 2014, las actividades manufactureras en el área de estudio se realizan con base en la industria alimentaria, en tanto el Comercio se desarrolla en la subrama de Comercio al por menor.

Tabla IV. 43. Principales ramas de las unidades económicas por Municipio (2014)

Municipio	Actividad Económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Producción bruta total (millones de pesos)	Valor agregado censal bruto (millones de pesos)	Inversión total (millones de pesos)
Ciénega de Zimatlán	Total municipal	161	316	13.841	5.494	0.119
Ciénega de Zimatlán	31 - 33 industrias manufactureras	25	53	5.151	1.375	0.000
Ciénega de Zimatlán	311 Industria alimentaria	13	33	4.223	1.012	-0.001
Ciénega de Zimatlán	43 Comercio al por mayor	4	10	0.167	0.138	-0.007
Ciénega de Zimatlán	46 Comercio al por menor	87	142	1.975	1.244	0.111
Ciénega de Zimatlán	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	60	104	1.186	0.587	0.052
Ciénega de Zimatlán	464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	4	4	0.097	0.064	0.024
Ciénega de Zimatlán	465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	6	7	0.085	0.066	0.004
Ciénega de Zimatlán	467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	3	9	0.348	0.331	0.000
Ciénega de Zimatlán	46C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	3	5	0.055	0.037	-0.001
Ciénega de Zimatlán	62 Servicios de salud y de asistencia social	8	11	0.223	0.111	0.000
Ciénega de Zimatlán	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	14	31	0.918	0.120	0.015
Ciénega de Zimatlán	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	13	25	0.828	0.481	0.001
Ciénega de Zimatlán	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	10	44	4.579	2.025	-0.001
Cuilápam de Guerrero	Total municipal	669	1138	55.639	35.215	1.631
Cuilápam de Guerrero	31 - 33 industrias manufactureras	146	220	12.704	5.835	0.018
Cuilápam de Guerrero	311 Industria alimentaria	95	145	8.784	3.972	0.005
Cuilápam de Guerrero	43 Comercio al por mayor	12	19	3.600	3.405	0.044
Cuilápam de Guerrero	46 Comercio al por menor	330	549	17.989	15.467	1.277
Cuilápam de Guerrero	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	209	367	11.327	9.797	0.341



Municipio	Actividad Económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Producción bruta total (millones de pesos)	Valor agregado censal bruto (millones de pesos)	Inversión total (millones de pesos)
Ciénega de Zimatlán	Total municipal	161	316	13.841	5.494	0.119
Cuilápam de Guerrero	464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	8	14	1.525	1.312	0.183
Cuilápam de Guerrero	465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	57	82	1.560	1.257	0.158
Cuilápam de Guerrero	467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	18	24	1.846	1.609	0.498
Cuilápam de Guerrero	46C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	7	13	0.474	0.387	0.023
Cuilápam de Guerrero	52 Servicios financieros y de seguros	3	6	0.352	0.289	0.000
Cuilápam de Guerrero	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	13	17	1.678	0.962	0.186
Cuilápam de Guerrero	62 Servicios de salud y de asistencia social	26	59	2.246	1.170	0.073
Cuilápam de Guerrero	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	8	22	0.526	0.195	0.000
Cuilápam de Guerrero	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	58	130	11.263	5.335	0.015
Cuilápam de Guerrero	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	64	82	4.300	2.260	0.006
Cuilápam de Guerrero	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	6	30	0.817	0.253	0.000
Ocotlán de Morelos	Total municipal	1609	3127	425.766	277.088	5.849
Ocotlán de Morelos	31 - 33 industrias manufactureras	351	632	57.448	30.375	0.470
Ocotlán de Morelos	311 Industria alimentaria	184	306	30.668	16.078	0.022
Ocotlán de Morelos	321 Industria de la madera	9	33	1.971	0.962	0.026
Ocotlán de Morelos	323 Impresión e industrias conexas	6	13	0.685	0.177	0.009
Ocotlán de Morelos	327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	33	90	6.455	2.591	0.173
Ocotlán de Morelos	43 Comercio al por mayor	37	131	43.875	34.021	0.215
Ocotlán de Morelos	434 Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho	32	76	16.676	11.609	1.521
Ocotlán de Morelos	46 Comercio al por menor	669	1081	67.637	52.438	3.061
Ocotlán de Morelos	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	368	523	29.848	23.281	0.310
Ocotlán de Morelos	462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	8	109	3.935	3.645	0.895



Municipio	Actividad Económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Producción bruta total (millones de pesos)	Valor agregado censal bruto (millones de pesos)	Inversión total (millones de pesos)
Ciénega de Zimatlán	Total municipal	161	316	13.841	5.494	0.119
Ocotlán de Morelos	464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	20	40	3.849	2.856	0.503
Ocotlán de Morelos	465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	91	115	5.783	4.652	0.427
Ocotlán de Morelos	467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	31	76	10.359	8.383	0.323
Ocotlán de Morelos	48 - 49 transportes, correos y almacenamiento	5	61	26.078	8.159	0.023
Ocotlán de Morelos	52 Servicios financieros y de seguros	12	53	119.256	102.800	0.114
Ocotlán de Morelos	53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	14	19	3.508	1.387	0.377
Ocotlán de Morelos	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	36	57	3.898	2.032	0.415
Ocotlán de Morelos	61 Servicios educativos	9	80	4.970	4.413	0.250
Ocotlán de Morelos	62 Servicios de salud y de asistencia social	80	117	10.036	5.257	0.180
Ocotlán de Morelos	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	25	99	3.264	2.214	0.114
Ocotlán de Morelos	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	188	380	35.247	15.322	0.340
Ocotlán de Morelos	721 Servicios de alojamiento temporal	7	27	5.032	1.229	0.022
Ocotlán de Morelos	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	152	252	33.520	10.216	0.257
Ocotlán de Morelos	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	5	23	2.019	1.037	0.022
San Andrés Ixtlahuaca	Total municipal	35	54	2.775	1.980	0.822
San Andrés Ixtlahuaca	31 - 33 industrias manufactureras	5	10	0.289	0.159	0.000
San Andrés Ixtlahuaca	46 Comercio al por menor	24	33	0.563	0.486	0.121
San Andrés Ixtlahuaca	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	20	28	0.507	0.439	0.091
San Andrés Ixtlahuaca	46C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	4	5	0.056	0.047	0.030
San Andrés Ixtlahuaca	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	3	4	0.268	0.132	0.003
San Andrés Ixtlahuaca	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	3	7	1.655	1.203	0.698
San Bartolo Coyotepec	Total municipal	632	1295	160.350	111.149	-3.630



Municipio	Actividad Económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Producción bruta total (millones de pesos)	Valor agregado censal bruto (millones de pesos)	Inversión total (millones de pesos)
Ciénega de Zimatlán	Total municipal	161	316	13.841	5.494	0.119
San Bartolo Coyotepec	31 - 33 industrias manufactureras	181	363	17.326	7.324	0.109
San Bartolo Coyotepec	311 Industria alimentaria	21	51	5.421	1.902	0.082
San Bartolo Coyotepec	327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	137	256	8.501	4.110	0.002
San Bartolo Coyotepec	43 Comercio al por mayor	10	98	96.767	80.203	-5.030
San Bartolo Coyotepec	434 Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho	7	23	3.986	3.591	0.200
San Bartolo Coyotepec	46 Comercio al por menor	247	404	13.930	10.479	1.174
San Bartolo Coyotepec	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	96	166	5.078	3.847	0.119
San Bartolo Coyotepec	462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	8	18	4.156	3.203	0.725
San Bartolo Coyotepec	464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	10	19	1.221	0.748	0.226
San Bartolo Coyotepec	465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	95	141	1.770	1.340	0.083
San Bartolo Coyotepec	467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	7	10	0.343	0.259	0.007
San Bartolo Coyotepec	53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	5	8	0.127	0.087	0.000
San Bartolo Coyotepec	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	11	16	0.500	0.309	0.000
San Bartolo Coyotepec	62 Servicios de salud y de asistencia social	10	29	1.337	0.637	0.080
San Bartolo Coyotepec	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	4	5	0.040	0.017	0.000
San Bartolo Coyotepec	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	102	231	19.230	6.390	0.041
San Bartolo Coyotepec	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	55	107	6.916	2.760	0.003
San Bartolo Coyotepec	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	3	18	1.035	0.642	0.002
San Martín Tilcajete	Total municipal	240	581	24.186	14.006	0.127
San Martín Tilcajete	31 - 33 industrias manufactureras	181	429	17.176	8.332	0.015
San Martín Tilcajete	311 Industria alimentaria	14	16	1.432	0.828	0.001



Municipio	Actividad Económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Producción bruta total (millones de pesos)	Valor agregado censal bruto (millones de pesos)	Inversión total (millones de pesos)
Ciénega de Zimatlán	Total municipal	161	316	13.841	5.494	0.119
San Martín Tilcajete	321 Industria de la madera	160	379	12.099	5.432	0.013
San Martín Tilcajete	46 Comercio al por menor	44	99	3.153	2.948	0.104
San Martín Tilcajete	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	36	80	2.731	2.549	0.067
San Martín Tilcajete	465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	5	14	0.119	0.105	0.009
San Martín Tilcajete	46C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	3	5	0.303	0.294	0.028
San Martín Tilcajete	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	4	9	1.039	0.401	0.000
San Martín Tilcajete	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	4	14	1.676	1.522	0.006
San Martín Tilcajete	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	7	30	1.142	0.803	0.002
San Pedro Ixtlahuaca	Total municipal	164	242	12.876	6.884	1.286
San Pedro Ixtlahuaca	31 - 33 industrias manufactureras	61	84	4.998	2.579	0.057
San Pedro Ixtlahuaca	311 Industria alimentaria	50	64	3.970	1.972	0.009
San Pedro Ixtlahuaca	321 Industria de la madera	5	13	0.585	0.342	0.000
San Pedro Ixtlahuaca	46 Comercio al por menor	62	85	2.425	1.978	0.578
San Pedro Ixtlahuaca	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	52	74	2.200	1.809	0.490
San Pedro Ixtlahuaca	465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	7	8	0.206	0.158	0.062
San Pedro Ixtlahuaca	46C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	3	3	0.019	0.011	0.026
San Pedro Ixtlahuaca	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	4	7	0.377	0.245	0.015
San Pedro Ixtlahuaca	62 Servicios de salud y de asistencia social	5	5	0.398	0.167	0.115
San Pedro Ixtlahuaca	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	13	25	2.076	0.656	0.037
San Pedro Ixtlahuaca	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	14	18	0.896	0.432	0.052
San Pedro Ixtlahuaca	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	5	18	1.706	0.827	0.432



Municipio	Actividad Económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Producción bruta total (millones de pesos)	Valor agregado censal bruto (millones de pesos)	Inversión total (millones de pesos)
Ciénega de Zimatlán	Total municipal	161	316	13.841	5.494	0.119
Santa Catarina Quiané	Total municipal	73	111	6.819	5.161	0.045
Santa Catarina Quiané	31 - 33 industrias manufactureras	6	11	0.871	0.347	0.002
Santa Catarina Quiané	311 Industria alimentaria	3	8	0.786	0.309	0.000
Santa Catarina Quiané	46 Comercio al por menor	49	70	2.160	1.929	0.042
Santa Catarina Quiané	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	38	55	1.760	1.555	0.032
Santa Catarina Quiané	465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	5	6	0.239	0.224	0.000
Santa Catarina Quiané	467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	3	4	0.087	0.082	0.007
Santa Catarina Quiané	46C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	3	5	0.074	0.068	0.003
Santa Catarina Quiané	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	3	5	0.528	0.177	0.000
Santa Catarina Quiané	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	9	11	0.711	0.519	0.001
Santa Catarina Quiané	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	6	14	2.549	2.189	0.000
Santa Cruz Papalutla	Total municipal	178	343	29.629	13.887	0.116
Santa Cruz Papalutla	31 - 33 industrias manufactureras	101	185	7.774	3.806	0.069
Santa Cruz Papalutla	311 Industria alimentaria	17	27	1.265	0.633	0.006
Santa Cruz Papalutla	321 Industria de la madera	75	135	4.866	2.655	0.009
Santa Cruz Papalutla	46 Comercio al por menor	47	71	2.186	1.807	-0.085
Santa Cruz Papalutla	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	38	59	2.049	1.740	-0.015
Santa Cruz Papalutla	46C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	5	8	0.116	0.048	-0.073
Santa Cruz Papalutla	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	3	3	0.174	0.089	0.010
Santa Cruz Papalutla	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	4	53	13.316	2.583	0.000
Santa Cruz Papalutla	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	9	14	0.465	0.121	0.007



Municipio	Actividad Económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Producción bruta total (millones de pesos)	Valor agregado censal bruto (millones de pesos)	Inversión total (millones de pesos)
Ciénega de Zimatlán	Total municipal	161	316	13.841	5.494	0.119
Santa Cruz Papalutla	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	9	10	0.280	0.139	0.000
Santa Cruz Papalutla	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	5	7	5.434	5.342	0.115
Santo Tomás Jalieza	Total municipal	189	352	7.588	3.390	0.059
Santo Tomás Jalieza	31 - 33 industrias manufactureras	132	245	3.170	1.439	0.008
Santo Tomás Jalieza	46 Comercio al por menor	43	64	0.736	0.650	0.041
Santo Tomás Jalieza	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	17	25	0.350	0.289	0.026
Santo Tomás Jalieza	465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	20	30	0.202	0.193	0.013
Santo Tomás Jalieza	46C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	3	6	0.077	0.074	-0.003
Santo Tomás Jalieza	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	7	11	0.230	0.098	0.000
Santo Tomás Jalieza	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	7	32	3.452	1.203	0.010
San Jerónimo Tlacoahuaya	Total municipal	283	474	34.812	16.953	0.316
San Jerónimo Tlacoahuaya	31 - 33 industrias manufactureras	133	174	14.826	5.547	0.021
San Jerónimo Tlacoahuaya	311 Industria alimentaria	123	150	9.181	3.973	0.000
San Jerónimo Tlacoahuaya	43 Comercio al por mayor	3	64	8.212	3.185	0.068
San Jerónimo Tlacoahuaya	434 Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho	3	64	8.212	3.185	0.068
San Jerónimo Tlacoahuaya	46 Comercio al por menor	100	138	6.091	5.326	0.217
San Jerónimo Tlacoahuaya	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	75	104	4.042	3.449	0.014
San Jerónimo Tlacoahuaya	464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	3	5	0.045	0.020	0.002
San Jerónimo Tlacoahuaya	465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	10	12	0.527	0.474	0.011
San Jerónimo Tlacoahuaya	467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	3	7	1.296	1.226	0.180
San Jerónimo Tlacoahuaya	46C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	5	6	0.095	0.093	0.010



Municipio	Actividad Económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Producción bruta total (millones de pesos)	Valor agregado censal bruto (millones de pesos)	Inversión total (millones de pesos)
Ciénega de Zimatlán	Total municipal	161	316	13.841	5.494	0.119
San Jerónimo Tlacoahuaya	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	3	3	0.051	0.021	0.000
San Jerónimo Tlacoahuaya	62 Servicios de salud y de asistencia social	4	4	0.309	0.214	0.000
San Jerónimo Tlacoahuaya	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	17	30	2.229	1.212	0.000
San Jerónimo Tlacoahuaya	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	15	17	0.463	0.272	0.000
San Jerónimo Tlacoahuaya	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	5	39	2.470	1.049	0.010
Trinidad Zaachila	Total municipal	32	47	0.629	0.271	0.011
Trinidad Zaachila	46 Comercio al por menor	21	26	0.248	0.162	0.005
Trinidad Zaachila	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	15	19	0.180	0.111	0.007
Trinidad Zaachila	46C Subsectores agrupados por el principio de confidencialidad	3	3	0.065	0.050	-0.001
Trinidad Zaachila	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	3	7	0.187	0.101	0.006
Trinidad Zaachila	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	8	14	0.194	0.008	0.000
Villa de Zaachila	Total municipal	####	3501	325.047	217.373	2.365
Villa de Zaachila	22 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	3	26	0.793	0.064	-0.004
Villa de Zaachila	31 - 33 industrias manufactureras	321	583	50.821	21.917	0.036
Villa de Zaachila	311 Industria alimentaria	229	409	35.798	15.038	-0.064
Villa de Zaachila	321 Industria de la madera	6	9	0.917	0.532	0.034
Villa de Zaachila	327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	7	18	1.982	0.827	0.002
Villa de Zaachila	43 Comercio al por mayor	77	157	9.818	8.679	-1.531
Villa de Zaachila	46 Comercio al por menor	####	1667	93.100	83.397	2.222
Villa de Zaachila	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	664	952	46.804	42.395	1.125
Villa de Zaachila	462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	4	13	0.409	0.357	0.020
Villa de Zaachila	464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	23	45	3.103	2.425	0.006



Municipio	Actividad Económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Producción bruta total (millones de pesos)	Valor agregado censal bruto (millones de pesos)	Inversión total (millones de pesos)
Ciénega de Zimatlán	Total municipal	161	316	13.841	5.494	0.119
Villa de Zaachila	465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	91	124	4.697	3.896	0.160
Villa de Zaachila	467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	25	63	6.944	6.116	0.254
Villa de Zaachila	52 Servicios financieros y de seguros	5	24	71.632	61.959	0.027
Villa de Zaachila	53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	19	30	14.339	3.460	-0.002
Villa de Zaachila	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	26	48	2.043	1.195	0.111
Villa de Zaachila	61 Servicios educativos	5	19	2.847	2.279	0.000
Villa de Zaachila	62 Servicios de salud y de asistencia social	54	182	7.241	4.141	0.351
Villa de Zaachila	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	12	24	0.970	0.769	0.089
Villa de Zaachila	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	158	378	33.123	12.780	0.761
Villa de Zaachila	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	178	277	11.071	6.266	0.113
Villa de Zaachila	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	4	55	22.695	6.846	0.040
Zimatlán de Álvarez	Total municipal	1014	2044	236.941	160.650	22.629
Zimatlán de Álvarez	31 - 33 industrias manufactureras	154	313	28.169	11.364	0.102
Zimatlán de Álvarez	311 Industria alimentaria	90	180	17.086	6.437	0.069
Zimatlán de Álvarez	321 Industria de la madera	11	41	5.214	2.966	0.009
Zimatlán de Álvarez	323 Impresión e industrias conexas	3	3	0.144	0.043	0.000
Zimatlán de Álvarez	327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	5	8	0.742	0.164	0.001
Zimatlán de Álvarez	43 Comercio al por mayor	23	80	8.874	6.734	0.553
Zimatlán de Álvarez	434 Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho	18	54	6.821	6.310	0.092
Zimatlán de Álvarez	46 Comercio al por menor	502	929	69.182	52.192	20.929
Zimatlán de Álvarez	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	268	421	21.106	17.581	1.679
Zimatlán de Álvarez	462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	5	41	9.032	3.023	18.670
Zimatlán de Álvarez	464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	23	55	6.005	4.586	0.185



Municipio	Actividad Económica	Unidades económicas	Personal ocupado total	Producción bruta total (millones de pesos)	Valor agregado censal bruto (millones de pesos)	Inversión total (millones de pesos)
Ciénega de Zimatlán	Total municipal	161	316	13.841	5.494	0.119
Zimatlán de Álvarez	465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	49	78	2.281	1.677	0.119
Zimatlán de Álvarez	467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	31	62	9.776	7.813	-0.035
Zimatlán de Álvarez	52 Servicios financieros y de seguros	10	37	69.408	60.374	0.083
Zimatlán de Álvarez	53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	7	20	0.647	0.380	0.033
Zimatlán de Álvarez	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	18	39	2.054	-0.023	0.170
Zimatlán de Álvarez	62 Servicios de salud y de asistencia social	43	58	3.616	1.841	0.284
Zimatlán de Álvarez	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	8	11	0.544	0.274	0.000
Zimatlán de Álvarez	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	121	284	26.404	9.107	0.055
Zimatlán de Álvarez	721 Servicios de alojamiento temporal	4	6	0.545	0.169	0.000
Zimatlán de Álvarez	81 Otros servicios excepto actividades gubernamentales	102	170	15.107	10.650	0.415
Zimatlán de Álvarez	SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	5	36	6.090	2.202	-0.003

Fuente: INEGI. Censos Económicos 2014. Resultados definitivos.

Destaca entre las actividades de transformación en el área la Industria del Madera en el Municipio de Zimatlán de Álvarez, en el cual según el Estudio Regional Forestal UMAFOR No. 2012 "Sierra Sur-Zimatlán-Sola de Vega-Valles Centrales", se desarrolla la industria maderera tanto comunal como individual.

Tabla IV. 44. Industrias Forestales Zimatlán de Álvarez (2012)

Municipio	Aserraderos	Talleres de secundarios	Fábricas de muebles	Impregnadoras	Otros*
Zimatlán de Álvarez (comunales)	4	1		1	2 Estufa 1 astilladora
Zimatlán de Álvarez (particulares)	3	3	1		1 Estufa

Fuente: Estudio Regional Forestal UMAFOR No. 2012 "Sierra Sur-Zimatlán-Sola de Vega-Valles Centrales"



Turismo

La región Valles Centrales constituye uno de los principales destinos turísticos en el estado de Oaxaca, sólo por debajo de los destinos de playa localizados en la Costa del Pacífico. En 2010, uno de cada cuatro turistas que visitaron el estado, se alojaron en esta región.

En 2010, más de un millón de personas visitaron los Valles Centrales y dejaron 2,397 millones de pesos por concepto de derrama económica, lo que representó 30.1% del total estatal (INEGI, 2010).

4. Producción artesanal.

En la estructura productiva del área destaca la industria artesanal basada principalmente en talleres familiares con un sistema de artesano-productor-comerciante. En el desarrollo de esta actividad productiva, cuatro municipios del área forman parte de la Ruta Mágica de las Artesanías.

San Bartolo Coyotepec.

La ocupación de la población tanto sectorial como por división sectorial, se encuentra orientada a la principal actividad del Municipio, la producción y comercialización de la Artesanía de Barro Negro.

La forma de producción artesanal del Barro Negro se desarrolla fundamentalmente por medio de talleres familiares, aunque recientemente algunas familias han desarrollado una forma de producción tipo manufactura al emplear mano de obra asalariada.

De acuerdo con Ramos Soto y Simón Reyes (2008), las artesanías se realizan con las mismas materias primas locales y herramientas rudimentarias, pero con complejas técnicas manuales, que se han utilizado durante siglos. La arcilla para elaborar el barro se extrae a golpes de pico, pala y barreta de "La Mina", paraje ubicado en las faldas de la zona cerril del municipio, lugar en donde por un proceso natural y por la erosión del suelo se forman nuevas capas de tierra. Los terrones obtenidos son transportados a la comunidad en vehículos automotores, a lomo de burro o mulas, o en carretones y remolques jalados por bestias de tiro.

La leña de encino empleada como combustible es comprada en la misma comunidad a personas provenientes de Ocotlán, Miahuatlán y Zaachila. La leña para iniciar la combustión se compra a su vez en los aserraderos de Santa María Coyotepec. El sector de comercio y servicios, se encuentra vinculado a la actividad artesanal, los artesanos productores-vendedores realizan ventas directas de sus productos a los turistas en locales comerciales que proliferan en las calles principales de la comunidad y en el Mercado, de igual forma se ha desarrollado el comercio a través de intermediarios, y programas que han logrado establecer una red de comercialización hacia el mercado internacional, en ese sentido se ha establecido un importante mercado de esta artesanía en Australia (Ruíz Matías, 2019)

San Martín Tilcajete.



La economía de este municipio se desarrolla con base en la producción artesanal de Alebrijes, y la comercialización se realiza tanto por los artesanos productores, como por los intermediarios y programas de gobierno, con una importante afluencia de turistas y visitantes a los talleres/comercios.

La característica fundamental de esta artesanía además de representar todo un mundo mágico es que se realiza de madera, de una planta llamada Copal o Copalillo este es el tipo favorito de los artesanos, no solamente por ser tradicional, sino porque es suave y manipulable.

Esta es una artesanía altamente valorada, ya que los alebrijes que se producen resultan en una pieza única, ocupando un lugar importante en mercados de la Ciudad de México.

El aumento de la producción de esta artesanía "ha traído como consecuencia una fuerte demanda de madera lo cual aunado al pobre manejo forestal, ha producido que a población de los árboles d copalillo se hayan extinguido localmente alrededor de los principales pueblos de artesanos, por lo que los vendedores de madera, tiene que extraerla de un área cada vez mayor para abastecer a estos pueblos de su materia prima" (Purata, et.al, 2004:416).

Existen más de 150 talleres, cuya forma de producción es variada, desde aquello que cuentan con 2 o 3 personas, hasta talleres con más de 5 personas que elaboran una gran cantidad de piezas y parecen tener líneas de producción más complejas.

Santo Tomás Jalieza.

La producción artesanal se basa en artesanías textiles, se elaboran rebozos, vestidos, huipiles, blusas, gabanes, chales, bolsas, servilletas etc, utilizando como materia prima el hilo de algodón, lana y estambre, con tintes naturales como el añil, huizache, granada, sábila y toronjil.

Un número significativo de la población se dedica a esta actividad, así como también a la agricultura. Esta actividad es reconocida por ser desarrollada por mujeres tejedoras zapotecas que en el telar de cintura producen gran variedad de productos, este tipo de telar es de origen prehispánico, se le llama así porque en una de las partes se ata a la cintura de la artesana con un ceñidor de cuero llamado mecapal , y otra a un árbol de madera, también es conocido como telar de dos barras o telar de otate, cuando su estructura se constituye por dos varas de esta planta.

Es de destacar la utilización además de madera para la construcción del aditamento llamado "machete" o tzotzopaztli con el que se aprietan los hilos.

En cuanto a la actividad agrícola, el 91% de la superficie sembrada es agricultura de temporal, y su principal cultivo es el maíz.

Entre las principales características destaca que es producción de medianos y pequeños productores, en el sistema de agricultura abierta, en cuanto a tenencia de la tierra el 70% es comunal, y el 20% ejidal y con referencia a los derechos en el municipio el 99% de la superficie es propia.

Ocotlán de Morelos.

En el municipio de Ocotlán de Morelos, la población se encuentra ocupada en las actividades de producción artesanal, y tanto el comercio como los servicios, se encuentran entrelazados en esta economía artesanal, así como en la ganadería.

La producción artesanal se basa en los textiles, productos de mantelería, con diseños característicos. Se elaboran tradicionalmente en telar de pedal y lanzaderas, con hilo de algodón, de color natural y teñidos con tintes naturales y artificiales. Los artículos de mayor producción son: manteles, servilletas, tapetes, cortinas, colchas, fundas y toallas.

De igual manera se confeccionan rebozos, vestidos, huipiles, blusas, chales, todos ellos bordados con hilo de seda.

La cerámica hecha a base de barro de distintos colores, los elementos creados son piezas en forma de animales, cazuelas, jarras, cántaros, floreros, alcancías, soles, lunas, etc. De igual forma como producto de trabajo del carrizo, se producen jaulas, canastos extendidos, barriles, cestería pequeña, monederos, llaveros, lámparas, biombos, bomboneras, cortinas, tortilleros, servilleteros, escritorios.

IV.2.5 PAISAJE

El análisis del Paisaje en el AP se realizó en tres grandes temas que comprenden la “visibilidad”, la “calidad paisajística” y la “Fragilidad” del paisaje, tomándolo como una unidad integrada de acuerdo a como se presenta a continuación.

IV.2.5.1 Visibilidad

La percepción del paisaje de un sitio específico, así como de las emociones que evocan al perceptor son ejercidas por el conjunto de elementos del sistema ambiental, la cual es subjetiva y variable porque el criterio depende del propio perceptor, infiriéndola a través de la percepción directa e indirecta.

Por lo que se entiende que el paisaje aun siendo un factor ambiental ligado a la experiencia subjetiva, se considera como un indicador del estado del ecosistema, mostrando la calidad percibida del conjunto, la cual indica la salud de sus componentes y el estado en el que están de acuerdo con el uso y aprovechamiento del mismo, manifestando así el desarrollo de la sociedad y de la calidad de gestión de dicho proyecto.

Debido a la subjetividad de la percepción de dicho elemento, existen parámetros por los que este se mide y se interpreta, en el presente estudio se valoran los siguientes aspectos o criterios del paisaje.

Calidad visual: la calidad intrínseca del paisaje es definida como el conjunto de cualidades o méritos que contiene considerando la totalidad de sus componentes.

Visibilidad: es la capacidad de ver en cualquier punto cardinal y constatar la apreciación del paisaje, evidenciando los obstáculos que existen en dicha apreciación, estos pueden tener origen en la misma naturaleza del sitio, ser ocasionales, de origen humano. Es conocer la mayor distancia hasta la cual son visibles los detalles del paisaje con suficiente claridad para

que sean reconocidos por un mismo observador, entendiéndose como al grado de diafanidad de la atmósfera para lograr distinguir los objetos.

Fragilidad visual: se define como la capacidad para absorber los cambios que se producen en el paisaje, haciendo referencia a la posibilidad mayor o menor de que una intervención humana modifique la situación de calidad visual existente en un punto y de que esta sea muy visible.

Presencia /Actividad humana: se refiere a la cantidad y calidad de las intervenciones de origen antropocéntrico sobre el sistema ambiental y la percepción que se tiene de sus huellas y modificaciones en el mismo.

Calidad del Paisaje

Para evaluarla en este estudio, se empleó la metodología del método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980), el cual toma los criterios expresados en la Tabla IV.38 para evaluar la calidad visual de algún sitio en específico, mientras que en Tabla IV.39 se establecen los rangos en que se califican las áreas de acuerdo con la puntuación obtenida en la evaluación:

Tabla IV. 45. Criterios de evaluación de la calidad visual de acuerdo al método indirecto de BLM, 1980.

Componente	Tabla de ponderación para los criterios de valoración y puntuación (método indirecto del Bureau of Land Management)	
	Definición	Puntaje
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy similar y dominante	5
	Formas erosivas interesantes o relieve variando en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales	3
	Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular.	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante	5
	Alguna variedad en la vegetación pero solo uno o dos tipos	3
	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	5
	Agua en movimiento o reposo pero no dominante en el paisaje	3
	Ausente o inapreciable	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables	5
	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes pero no actúa como elemento dominante	3
	Poca variación de color o contraste, colores apagados	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5
	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3



Componente	Tabla de ponderación para los criterios de valoración y puntuación (método indirecto del Bureau of Land Management)	
	Definición	Puntaje
	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional	5
	Característico aunque similar a otros en la región	3
	Bastante común en la región	1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	5
	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	3
	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	0

Tabla IV. 46. Categorización de las áreas debido al puntaje obtenido en la evaluación del método indirecto de BLM, 1980.

Categorización de las áreas de acuerdo con el puntaje de criterios.	
Clase A	Área de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje de 19-33).
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje de (12-18).
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura (puntaje de 0-11).

Resultados

Tabla IV. 47. Calificación de la Calidad Visual en el sitio del Proyecto.

Componente	Calificación
Morfología	5
Vegetación	3
Agua	3
Color	1
Fondo escénico	1
Rareza	3
Actuación humana	1

De acuerdo con lo anteriormente expuesto la calidad visual del Proyecto es de Clase B y que corresponde a un área de calidad "Media", en donde se tiene alguna variedad en la forma, color, línea y textura de un paisaje natural aunque en ciertos puntos

este se ha perdido. Lo cual, es congruente con el AP en donde debido al desarrollo de actividades humanas el paisaje natural se ha modificado.

IV.2.5.2 Calidad Paisajística

A la hora de caracterizar el paisaje es necesario distinguir y considerar los componentes naturales, tales como el medio físico y el medio biótico, así como los componentes socioeconómicos. El análisis de los factores más relevantes e influyentes en la conformación del paisaje proporcionará indicadores para el estudio cualitativo del paisaje. El análisis del paisaje se fundamenta en:

- El análisis de los componentes del paisaje
- El estudio de la interacción entre los componentes
- El análisis de la fragilidad de los componentes

El concepto paisaje ha sido utilizado a lo largo de la historia con diversos significados, existiendo actualmente varias maneras de concebirlo y de analizarlo. El paisaje es a menudo percibido como una vista amplia de escenarios o de formas naturales. Para los ecólogos, el paisaje es un conjunto de grandes áreas compuestas de patrones interconectados o repetidos de hábitat o ecosistemas; desde este punto de vista, para que un área en particular se considere un paisaje, ésta debe contener una variedad de componentes los cuales interactúan en un tiempo y un espacio determinado cumpliendo una función ecológica. En este sentido, fue necesario partir de los factores del medio que influyen de manera especial en la configuración del paisaje. Estos factores son:

- Procesos Naturales (fisiografía, clima, geología, geomorfología y edafología)
- Vegetación y Fauna
- Actuaciones humanas

La evaluación del paisaje de proyectos de vías de comunicación plantea una dificultad adicional, ya que normalmente se abarcan extensas superficies y se cruza por innumerables espacios físicos, cada uno potencialmente un paisaje a evaluar con sus propias características intrínsecas y factores de cambio en diverso grado, como es el caso del presente Proyecto en el Sistema Ambiental Regional (SAR); en donde dentro de este contexto el SAR cuenta con varias unidades de paisaje las cuales se agrupan respecto a los factores ambientales mencionados, a fin de determinar la calidad ambiental de toda el AP como una unidad integrada.

En donde para su evaluación se conjuntó toda la información descriptiva del sistema ambiental y se identificaron en reunión de expertos los rasgos de mayor relevancia mediante el análisis de diagramas de flujo. Se presentaron las características generales de los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos. A partir de dicha presentación se generaron diagramas sintetizando el diagnóstico ambiental y se discutieron las tendencias de deterioro.

Para conocer el diagnóstico regional sobre los recursos naturales y el estado de su conservación fue necesario lo siguiente:

- a) Determinar los principales indicadores del SAR

- b) Establecer la funcionalidad de los factores ambientales.
- c) Conocer el estado actual de los factores ambientales más relevantes. Considerando los factores ambientales y el estado que éstos guardan dentro del sistema ambiental regional
- d) Se estableció una evaluación calificativa asignando valores de 0 al 1, donde uno es el ambiente menos frágil y mejor conservado y cero es el menos frágil y más perturbado.
- e) Analizar la problemática regional.

Metodología para análisis de Paisaje

El concepto paisaje ha sido utilizado a lo largo de la historia con diversos significados, existiendo actualmente varias maneras de concebirlo y de analizarlo. El paisaje es a menudo percibido como una vista amplia de escenarios o de formas naturales. Para los ecólogos, el paisaje son grandes áreas compuestas de patrones interconectados o repetidos de hábitats o ecosistemas; desde este punto de vista, para que un área en particular se considere un paisaje, ésta debe contener una variedad de componentes los cuales interactúan en un tiempo y un espacio dado cumpliendo una función ecológica.

El primero concibe al paisaje como imagen de un territorio, ya sea pintado, fotografiado y/o percibido por el ojo humano o a través de los sentidos, cuya consideración corresponde más al enfoque de la estética o de la percepción. El segundo tipo sería aquel que concibe al paisaje como un conjunto de elementos de un territorio ligados por relaciones de interdependencia y que cumplen una función ecológica.

Desde el punto de vista del ecólogo, es la segunda percepción del paisaje la que resulta más útil para generar información acerca de un determinado espacio físico. Esto último plantea un problema adicional ya que la evaluación del paisaje se dificulta por la falta de un sistema efectivo para medirlo, siendo que las metodologías utilizadas no pueden prescindir de componentes subjetivos.

Los parámetros que más comúnmente se han utilizado para medir el paisaje son:

Visibilidad. - engloba a todos los posibles puntos de observación desde donde la acción es visible. Algunas de las técnicas utilizadas son: observación directa in situ, determinación manual de perfiles, métodos automáticos, búsqueda por sector y por cuadrículas. También es posible utilizar métodos manuales que producen mapas de visibilidad o un microcomputador.

Fragilidad. - corresponde a un conjunto de características del territorio relacionadas con su capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas. Se perfila como una cualidad o propiedad del terreno que sirve de guía para localizar las posibles instalaciones o sus elementos, de tal manera de producir el menor impacto visual posible. Normalmente los factores que influyen en la fragilidad son de tipo biofísico, perceptivo e histórico-cultural. Además de estos factores puede considerarse la proximidad y la exposición visual.

Calidad o belleza del paisaje. - exige que los valores se evalúen en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje depende de las condiciones o mecanismos sensitivos del observador, de las condiciones educativas o

culturales y de las relaciones del observador con el objeto a contemplar. Si bien es cierto que la calidad formal de los objetos que conforman el paisaje y las relaciones con su entorno pueden describirse en términos de diseño, tamaño, forma, color y espacio, existen grandes diferencias al medir el valor relativo de cada uno y su peso en la composición total. Para lo anterior, se han desarrollado una serie de métodos que pueden combinarse entre sí para evaluar la calidad del paisaje.

Estos métodos se han dividido en métodos directos e indirectos. En los primeros la valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, mientras que los indirectos incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan el paisaje, analizando y describiendo sus componentes.

Entre los métodos directos se tienen los siguientes:

- a) De subjetividad aceptada. es la más simple a pesar de ser la menos objetiva pero se acepta por el grado de subjetividad que tiene el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.
- b) De subjetividad controlada. Se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que se permite establecer cifras comparables en distintas áreas. Las categorías y valores pueden ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.
- c) De subjetividad compartida. Es similar al método de subjetividad aceptada. La valorización es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.
- d) De subjetividad representativa. En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados. Se utilizan fotografías como apoyo.

Entre los métodos indirectos, se tienen los siguientes:

- a) Métodos de valoración a través de componentes del paisaje. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.
- b) Métodos de valoración a través de categorías estéticas. Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.

La evaluación del paisaje de proyectos lineales plantea una dificultad adicional, ya que se abarcan extensas superficies y se cruza por innumerables espacios físicos, cada uno potencialmente un paisaje a evaluar con sus propias características intrínsecas y factores de cambio en diverso grado.



Para el presente estudio se definieron cinco unidades ambientales como parámetro para delimitar el área de estudio y realizar el diagnóstico del medio físico, ambiental y socio-económico. Por lo que se agruparon las unidades ambientales como sistemas utilizando criterios fisiográficos. Para efectos de valorar el paisaje, se utilizaron solo tres unidades que serán afectadas por la construcción de la Obra.

Las unidades geomorfológicas predominantes en el área de estudio son: cordones litorales arenosos, lomeríos bajos asociados a planicies y planicie estructural casi horizontal.

Para evaluar la calidad del paisaje se utilizó una combinación de métodos directos de subjetividad compartida y un método indirecto de valoración de los componentes del paisaje, para lo cual se tomará como base la clasificación de las clases de calidad escénica propuesta por USDA, Forest Service, 1974, que se modificaron para adecuarlas a las características del área de estudio y del tipo de proyecto.

Calidad intrínseca

Con este elemento se pretende significar el atractivo visual que se deriva de las características propias de cada unidad de paisaje a evaluar. La calidad intrínseca del paisaje se definió gradualmente en función de los atributos biofísicos de cada unidad de paisaje.

Clase A. Calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes

Clase B. Calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región a evaluar, y no excepcionales

Clase C. De calidad baja, áreas con muy poca variedad en forma, color, línea y textura.

Valores entre 5 – 7 = Clase C (calidad paisajística baja)

Valores entre 8 – 12 = Clase B (calidad paisajística media)

Valores entre 13 – 15 = Clase A (calidad paisajística alta)

Para fines del proyecto, se considerarán como atributos paisajísticos, los siguientes: morfología o topografía, vegetación, fauna, presencia de agua y grado de humanización, este último constituye un factor extrínseco, pero se consideró para determinar en qué grado el factor humano afecta a las características del paisaje.

Clases de calidad



ATRIBUTOS PAISAJÍSTICOS (AP)	CLASES DE CALIDAD		
	CLASE A (3)	CLASE B (2)	CLASE C (1)
	ALTA	MEDIA	BAJA
MORFOLOGÍA- TOPOGRAFÍA (AP-1)	Pendientes entre 50 a 100 %, laderas bruscas, irregulares, con crestas afiladas y nitidas o con rasgos dominantes	Pendientes entre 30 y 50 %, laderas moderadamente bruscas o suaves.	Pendientes entre 0 a 30%, laderas con poca variación sin brusquedades y sin rasgos dominantes
VEGETACIÓN (AP-2)	Cubierta vegetal entre 61 y 90 %. Los tres estratos bien representados, alta variedad, presencia comprobada de especies protegidas	Cubierta vegetal entre 31 a 60 %, con poca variedad en la distribución, probable presencia de especies protegidas.	Cubierta vegetal menor a 30 %, sin variación en su distribución, escasa o nula probabilidad de presencia de especies protegidas
FAUNA (AP-3)	Comprobada presencia de especies de fauna, presencia de especies protegidas	Alta probabilidad de encontrar especies de fauna, probabilidad de encontrar especies protegidas	Baja o nula probabilidad de encontrar especies de fauna mayor, baja probabilidad de encontrar especies protegidas.
HIDROLOGÍA (AP-4)	Cursos de agua permanentes con vegetación ribereña bien conservada, cascadas, rápidos, pozas, meandros o gran caudal	Cursos de agua con características bastante comunes en su recorrido y caudal, vegetación ribereña perturbada.	Cursos de agua intermitentes con poca variación en caudal, saltos, rápidos o meandros, sin vegetación ribereña o con alto grado de perturbación.
GRADO DE URBANIZACIÓN (AP-5)	Baja densidad humana por km ² , nula presencia de vialidades de primero y segundo orden, escasa o nula infraestructura, actividades agrícolas de temporal	Densidad humana media, vialidades de segundo orden (terracerías), actividades agrícolas de riego y temporal, infraestructura media	Alta densidad humana por km ² , varias vialidades de primero y segundo orden, actividades agrícolas de riego, alta infraestructura

Fuente: US Department of Agriculture, 1974 [tomado de Canter 1998]

La calidad morfológica o topográfica del área del proyecto se valorará en función de dos aspectos, el desnivel y la complejidad de formas. El criterio asigna mayor calidad a las unidades más abruptas, con valles estrechos, frente a las que corresponden a valles abiertos dominados por relieves planos. De igual forma se asignó un valor mayor a aquellas unidades que presentaran mayor superficie ocupada de forma que indicaran la dominancia de la misma.

Para valorar la calidad intrínseca de la vegetación se consideró la diversidad de las formaciones y el grado de perturbación de cada una de ellas. Se asignó mayor calidad a unidades de paisaje con mayor cobertura y mezcla equilibrada de masas arboladas, arbustos y herbáceas, que a aquellas zonas con distribuciones dominadas por uno de los estratos. La presencia de especies protegidas por la normativa ambiental añade un elemento complementario de mayor calidad.

Por lo que se refiere al grado de humanización, este es un valor extrínseco del paisaje pero se considerará ya que la abundancia de estructuras artificiales disminuye la calidad del paisaje. Se asigna un mayor valor a las unidades con menor número de vías de comunicación de primer orden, infraestructura, actividades agrícolas y densidades de población bajas.

La presencia de agua en un paisaje constituye un elemento de indudable valor paisajístico. Se valoró la presencia del agua en el conjunto de la unidad paisajística, de tal forma que se asignó mayor valor a la presencia de cuerpos de agua y a las corrientes

perennes. Para la zona de estudio donde se desarrolla el proyecto no hay corrientes perennes o cuerpos de agua que puedan asignar mayor valor paisajístico a las unidades.

La asignación de los valores a los atributos paisajísticos (Ap) se realizará mediante juicios subjetivos del equipo de especialistas que participará en la elaboración del estudio de impacto ambiental, para lo cual se considerará la información recabada durante los recorridos de campo. Las principales amenazas a estas unidades de paisaje están dadas por la ganadería extensiva y por los procesos erosivos presentes

Tabla IV. 48. Calificación de los atributos del paisaje en el AP.

Unidad de Paisaje	Ap-1	Ap-2	Ap-3	Ap-4	Ap-5	Total	Clase
Área del Proyecto	2	2	3	2	2	11	Calidad Paisajística Media

El análisis de la información, muestra que a nivel de SAR la Calidad del Paisaje corresponde a **MEDIA**, esto se deja entrever a simple percepción del ojo humano, pues desde las cimas de las montañas más altas en el SAR se alcanzan a observar los estratos de vegetación uniformes; mientras que en los piedemontes, se presentan evidencias más marcadas de erosión eólica e hídrica, además buena intensidad de actividades humanas como las agrícolas y con mucho menor intensidad actividades agropastoriles, mismas que han sido el factor más importante de la fragmentación del paisaje.

IV.2.5.3 Fragilidad

Para determinar la Fragilidad del SAR, se calcula la capacidad de absorción visual, que es el potencial que tiene el paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él o la capacidad de absorción visual del paisaje, la cual se considera inversamente proporcional a la fragilidad, se ha desarrollado una técnica basada en la metodología de Yeomans (1986). Esta técnica consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes de estas propiedades. Luego se ingresan los puntajes a la siguiente fórmula, la cual determinará la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV):

$$C.A.V. = S (E + R + D + C + V).$$

Dónde:

- S = Pendientes;
- D = Diversidad vegetacional;
- E = Erosionabilidad del suelo;
- V = Contraste suelo/vegetación;
- R = Vegetación, potencial de regeneración;
- C = Contraste suelo/roca.

El resultado obtenido se compara finalmente con una escala de referencia, que se muestra en la siguiente Tabla la cual presenta los factores considerados, así como las condiciones en que se presentan y los puntajes asignados a cada condición, mientras

que los rangos de clasificación son mostrados en la escala de referencia de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla IV. 49. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV (Yeomans, 1986).

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Número
Pendiente (S)	Inclinado (pendiente >55%)	Baja	1
	Inclinación suave (25-55%)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Diversidad de la cubierta vegetal (D)	Diversificada e interesante	Alta	3
	Diversidad media, repoblaciones	Media	2
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales, sin vegetación o mono-específica	Baja	1
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Alta	3
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad, buena regeneración potencial.	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Bajo	1
Contraste suelo/vegetación (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación	Alto	3
	Contraste visual moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1
Potencia de regeneración de la vegetación (R)*	Potencial bajo o sin vegetación	Bajo	3
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Contraste suelo/roca (C)	Contraste alto	Alto	3
	Contraste moderado	Moderado	2
	Contraste bajo o inexistente	Bajo	1

Tabla IV. 50. Escala de estimación del CAV.

Escala de referencia para la estimación del CAV	
Bajo	< 15
Moderado	15-30
Alto	>30

Derivado de lo anterior expuesto, los resultados sobre el análisis del paisaje se muestran a continuación.

Tabla IV. 51. Resultados del Análisis del Paisaje



Factor	Condiciones	Puntajes		Resultados
		Nominal	Numérico	
Pendiente (S)	Inclinado (pendiente >55%)	Baja	1	2
	Inclinación suave (25-55%)	Moderado	2	
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3	
Diversidad de la cubierta vegetal (D)	Diversificada e interesante	Alta	3	3
	Diversidad media, repoblaciones	Media	2	
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales, sin vegetación o monoespecífica	Baja	1	
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Alta	3	3
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad, buena regeneración potencial.	Moderado	2	
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Bajo	1	
Contraste suelo/vegetación (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación	Alto	3	2
	Contraste visual moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2	
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1	
Potencia de regeneración de la vegetación (R)*	Potencial bajo o sin vegetación	Bajo	3	3
	Potencial moderado	Moderado	2	
	Potencial alto	Alto	3	
Contraste suelo/roca (C)	Contraste alto	Alto	3	2
	Contraste moderado	Moderado	2	
	Contraste bajo o inexistente	Bajo	1	

Conforme a la aplicación de la formula el CAV para el AI o Área de Influencia del Proyecto es de 15, que según el análisis corresponde a una fragilidad moderada, sin embargo dadas las características de la zona y los cambios a los cuales está sujeta la fragilidad ambiental podría considerarse como alta, pues los elementos ambientales persistentes están sujetos a gran presión por el desarrollo antrópico. En este sentido se considera que las obras que se tendrán que realizar por el Proyecto modificarán el carácter natural de las zonas que actualmente cuentan con buena conservación a un paisaje prácticamente rural, no obstante para reducir la fragilidad sobre los componentes ambientales, deben implementarse medidas de prevención, control y mitigación a fin de reducir el efecto adverso de los impactos

IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL REGIONAL

De manera general y de acuerdo con el análisis del paisaje realizado en el punto anterior se puede establecer que actualmente la calidad del Sistema Ambiental Regional es moderadamente alta y depende mucho de la unidad de paisaje a la que en este caso nos estemos refiriendo, ya que las unidades de paisaje de Montaña y Lomerío presentan una calidad “Baja-Moderada”, mientras las unidades de Paisaje de Piedemonte y Valles presenta una calidad de paisaje “Baja-Muy Baja”. En gran medida lo anterior tiene que ver con la incidencia directa de las actividades humanas, ya que debido a que las unidades de paisaje con calidad de paisaje Baja o Muy Baja presentan las pendientes menos pronunciadas o nulas, lo que permite el desarrollo de actividades agrícolas y en menor medida pecuarias principalmente.

Asimismo con el objeto de establecer de una forma más precisa la Calidad Ambiental del SAR, a continuación en este Punto se estima a través de un modelo conceptual, en donde se establecieron los criterios e indicadores ambientales a medir, los cuales además son los que se evaluarán más adelante con la incidencia de las obras y actividades del Proyecto mediante la calificación de impactos.

Estos indicadores ambientales nos deberán definir los parámetros que nos puedan proporcionar información relativa a cómo va evolucionando el Sistema Ambiental Regional y sus componentes con la influencia de las obras y actividades que contempla el Proyecto en sus etapas de implementación.

IV.7.1. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL CON BASE EN INDICADORES

La utilización de indicadores es un medio que se ha reconocido con el tiempo para investigar las tendencias y minimizar los riesgos en estrategias de aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación. El éxito o el fracaso de las acciones enfocadas a la rehabilitación de un ecosistema pueden evaluarse y medirse con mayor facilidad con la aplicación de indicadores ambientales. De esta forma los responsables de la toma de decisiones necesitan información oportuna, precisa y confiable sobre el desempeño y avance de las acciones para restablecer las condiciones ambientales.

Los indicadores utilizados que nos permitirán establecer el nivel de afectación del Proyecto se dividieron en dos aspectos fundamentales: el Abiótico y el Biótico. A continuación se realiza una descripción de los componentes del SAR con base en estos indicadores de cambio. (Ver Tabla siguiente).

Tabla IV. 52. Indicadores medibles y cuantificables de cambio en el sitio del Proyecto y SAR

Factor	Componente Ambiental	Indicador
Abiótico	Atmósfera	Calidad del Aire
		Nivel de ruido
	Suelo	Estabilización del suelo
		Contenido en la materia orgánica y presencia de microorganismos
		Calidad del suelo
		Estado del estrato herbáceo y arbustivo



Factor	Componente Ambiental	Indicador
	Geomorfología	Aparición de fenómenos significativos como son: erosión laminar o la formación de canalillos.
		Modificación del relieve
	Hidrología	Estabilización de taludes de corte
		Calidad del Agua
		Interrupción del flujo y patrón de drenaje
Bióticos	Vegetación	Porcentaje de Cobertura Vegetal
		Diversidad y Abundancia de especies
		Sucesión y Estructura
		Conectividad de Corredores Biológicos
	Fauna	Composición de las comunidades faunísticas
		Estructura de las comunidades faunísticas
		Funcionalidad de corredores biológicos

AIRE Y RUIDO

En este caso debido a que los indicadores de estos componentes ambientales son: La Calidad del Aire y los Niveles de ruido, se debe dejar claro que en el Sistema Ambiental Regional dichos indicadores presentan niveles de bajos a moderados, los sitios en donde actualmente se tienen los niveles más altos corresponden a la zona urbana o Ciudad de Oaxaca. Asimismo en las zonas en donde se desarrollan actividades agrícolas la generación de polvos, emisiones y ruidos son en periodos intermitentes y temporales. En la zona del Proyecto y durante las etapas de preparación del sitio y construcción la calidad del aire dependerá básicamente del estado en que se encuentren los vehículos pesados y la maquinaria utilizada por lo que se deberán observar las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-41-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006. En lo que respecta a la dispersión de partículas por movimientos de tierra deberán preverse las acciones necesarias para que la dispersión no sea tan alta que pueda dañar a la población y a otros componentes ambientales como la flora y la fauna.

En lo referente a los niveles de ruido en el SAR, actualmente presentan una tendencia muy similar al nivel de la calidad del aire. El ruido en el SAR es generado por actividades humanas. La zona del Proyecto presenta muy bajos niveles de ruido, en general los sonidos que ahí se escuchan son los producidos por la poca actividad humana en su caso y los de forma natural por el viento, la fauna y el movimiento de rocas y corriente del agua en los ríos y arroyos pero estos no se consideran ruidos contaminantes. Al inicio del Proyecto los ruidos incrementarán (etapa de preparación del sitio y construcción), no obstante serán temporales, estos serán producidos por el uso de la maquinaria y equipos, así como por cortes de taludes, posibles deslizamientos o los producidos por las trituradoras o asfaltadoras excavaciones entre otros; en este caso deberán observarse las NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-081-SEMARNAT-1994. Los ruidos que se Generen en la etapa de operación sobre el Proyecto serán similares o menores a los producidos en las zonas urbanas más cercanas al Proyecto, esto se considera debido a la velocidad que tendrá la carretera.

SUELO

Relativo a este factor se debe establecer que el SAR cuenta con varios tipos de suelo de acuerdo con INEGI, los cuales consisten en: Cambisol, Leptosol, Phaeozem, Luvisol, Vertisol y Regosol principalmente. Estos suelos cuentan con diferentes niveles de conservación en el SAR, pues los más afectados se ubican en las zonas en donde se desarrollan actividades humanas (como las urbanas, las actividades agrícolas y en menor medida pecuarias) además que se encuentran expuestos a



la erosión eólica principalmente; los suelos que presentan un uso predominantemente forestal, se encuentran en buen estado de conservación, su degradación se da por la erosión hídrica y antrópica en menor medida y mayormente por la erosión eólica, que en el estado de Sonora se reporta como severa por la SEMARNAT.

Durante la ejecución del proyecto y de forma muy puntual sobre superficies del derecho de vía) los suelos que en apariencia tendrían mayor índice de afectación son los que se encuentran en zonas con pendientes más abruptas y donde se realizará la construcción de obras de drenaje, sin embargo debido a las actividades de corte los suelos de las partes bajas se verían también afectados por los derrumbes o caídos de roca y suelo de las partes altas. La afectación que pudiera presentarse a lo largo del proyecto podría reducirse al mínimo si se hace un planteamiento adecuado para el rescate y conservación de suelos y en conjunto con el programa de reforestación se planteen medidas de compensación lo que propiciaría el desarrollo de un suelo de mayor calidad a lo largo de las zonas afectadas en un mediano y largo plazo, con el Proyecto no se considera una afectación relevante de este recurso en el SAR (más allá del derecho de vía del proyecto).

La supervisión de la evolución de los suelos se debe hacer por medio de caracteres observables y que reflejen la acción de los procesos formadores de estos. Las características observables de un suelo son las relacionadas con su disposición en horizontes. A veces estos procesos permiten interpretar o incluso predecir el comportamiento de las plantas y la tendencia del suelo frente a cambios de uso. Una prospección edafológica adecuada tiene en consideración propiedades relacionables con la formación del suelo y con su tendencia en el uso del suelo.

GEOMORFOLOGÍA

Los indicadores de este componente ambiental refieren a la modificación del relieve original; en este sentido en la zona del SAR la modificación más dramática se realizó con la nivelación de terrenos para el desarrollo de la agricultura.

Los impactos producidos a la geomorfología solo se pueden atenuar con medidas mecánicas de estabilización de taludes y laderas, arrojando las de menor pendiente con suelo producto de rescate para su posterior revegetación, además se realizarán acciones reforestación, lo que en un mediano plazo provocará que las superficies adyacentes a la obra se vayan recuperando y se vayan insertando en el paisaje natural, recuperando su calidad ambiental.

HIDROLOGÍA

Referente a este factor ambiental es preciso mencionar que los indicadores que se evalúan son la calidad del agua y la interrupción del patrón de drenaje de los cursos de agua presentes en el SAR de forma cualitativa. Como es bien sabido uno de los factores preponderantes para la degradación de los componentes ambientales y en este caso los relativos a la hidrología sean afectados es la exposición de estos a las actividades y explotación humana, en el caso de la zona de emplazamiento del Proyecto, los cuerpos y corrientes de agua existentes presentan mala calidad ambiental, por lo que con el Proyecto se establecerán medidas que de ninguna forma coadyuven a incrementar esta problemática.

VEGETACIÓN

El cambio de uso de suelo forestal a otro tipo de uso humano es el factor más importante que amenaza la integridad y permanencia de los ecosistemas terrestres y su biodiversidad en el Sistema Ambiental Regional, ya que la actividad que impulsa



el cambio de uso de suelo es la expansión urbana, el crecimiento demográfico y de infraestructura por ejemplo, que aunado con el elevado nivel de consumo, demanda de servicios y producción de desechos de la población urbana, ejercen una considerable presión en los mismos. En este caso, en el SAR se encontraron 12 tipos de vegetación como se resume a continuación:

- Bosque de Encino
- Bosque de Mezquite
- Pastizal inducido
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de mezquite
- Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
- Vegetación secundaria de Matorral micrófilo y rosetófilo
- Vegetación Secundaria de SBC
- Vegetación secundaria de SBC y Bosque de Pino - Encino
- Vegetación secundaria de SBC y Matorral sarco-crassicaule
- Vegetación secundaria matorral micrófilo
- Vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia - Matorral micrófilo

El Proyecto afectará distintos tipos de vegetación, sin embargo deberán restaurarse superficies ocupadas de forma temporal mediante medidas compensatorias como la revegetación y la reforestación (además del rescate de flora previo antes del inicio del proyecto). la importancia de los impactos causados a la flora es por el efecto acumulativo debido a que se van sumando a la pérdida de cubierta vegetal y cambio de uso de suelo, por lo que en este sentido establecer una base de datos previa al inicio del Proyecto con el porcentaje de cubierta vegetal a afectar, la diversidad y abundancia de especies, la sucesión y estructura de las comunidades, así como la conectividad de corredores biológicos; para que posteriormente se puedan establecer los resultados durante la aplicación de las medidas de mitigación y compensación, lo que es de suma importancia.

FAUNA

En relación con este componente ambiental, es importante establecer que actualmente al cetro-este del SAR en dirección Norte-Sur existe un corredor biológico que cumple con las cinco funciones biológicas de hábitat, desplazamiento, selección, refugio, y reproducción en donde se obtuvieron la gran mayoría de los registros de fauna en campo. Lo anterior ratifica que el SAR actualmente existen zonas muy específicas con buena calidad ambiental.

Es importante que posterior a la construcción del Proyecto (una vez en operación) se establezcan los métodos adecuados para el monitoreo de la composición y estructura de las comunidades faunísticas, así como la funcionalidad de corredores biológicos en su caso. En general es importante establecer que únicamente los efectos sobre la fauna son los que se extenderían más allá del derecho de vía y hasta 300 m posiblemente a ambos lados del eje del trazo.

IV.3.1. Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional

De acuerdo con los indicadores antes mencionados, se determinó que el cambio o modificación de los componentes ambientales no se extenderá más allá de un kilómetro siendo imperceptible para la superficie del SAR a excepción de la Fauna; por lo cual de cada indicador se estableció el proceso de cambio que podrían estar modificando las condiciones ambientales en el sitio del proyecto y superficies adyacentes, por lo que se determinó una zona de influencia directa del Proyecto de 1 Km, permitiendo con esto de acuerdo a características físicas y biológicas similares evaluar con mayor precisión la calidad ambiental de forma integral en el sitio de emplazamiento del libramiento. Se estableció la relación de los indicadores y sus procesos de cambio; con esto no debe entenderse que las actividades humanas deben de parar, sino que es más bien tiempo de establecer lineamientos y políticas ambientales de aplicación con cada Proyecto que se ejecuten o implementen de forma integral.

En la Tabla IV.47 se pueden apreciar los procesos que en algún momento y por la intervención directa o indirecta de alguna actividad y/u obra del proyecto pueden variar a como actualmente se encuentran, cabe señalar que la zona cuenta ya con sus impactos como la pérdida de cubierta vegetal y con ello del hábitat de la fauna, la degradación del suelo por efectos erosivos (eólica e hídrica), deforestación, además de caza y tráfico de especies con importancia ecológica o con algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la Tabla también se presentan los parámetros que se establecieron para definir la calidad ambiental actual del SAR.

Tabla IV. 53. Indicadores que fueron tomados como relevantes a lo largo del estudio para la evaluación de los impactos ambientales y para determinar la calidad ambiental.

Indicador	Proceso de Cambio	Valores y Rangos que determinarán procesos de cambio por el Proyecto
Suelo	Las propiedades de suelo reflejan que el sitio es sensible a la erosión al despalmarlo	5 si alta sensibilidad, 3 moderada sensibilidad, 1 baja sensibilidad
	Se observa en el sitio la presencia de evidencias de erosión	1 ninguna, 2 surcos, 3 piedevaca, 5 cárcavas
	Se observa en el sitio sellamiento de la superficie por infraestructura	1 no, 5 si
Hidrología	Existen ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados	1 no hay escurrimientos o los hay pero no serán afectados, 2 hay algunos escurrimientos muy poco sensibles a ser afectados, 3 hay escurrimientos susceptibles de afectación, 4 hay escurrimientos muy susceptibles a ser afectados, 5 hay muchos escurrimientos fuertemente susceptibles a ser afectados
	El trazo proyectado cruzará cauces intermitentes	1 cruza cauces y cada uno cuenta con alcantarilla, 2 cruza cauces y varios cuentan con alcantarilla, 4 cruza cauces y solo algunos tienen alcantarilla, 5 cruza cauces y no hay alcantarillas
	Hay humedales o zonas inundables	01 si, 5 no



Indicador	Proceso de Cambio	Valores y Rangos que determinarán procesos de cambio por el Proyecto
Geomorfología	Relieve original existente	1 sin alteraciones al relieve, 2 existen cortes pequeños, 3 existen cortes medianos, 4 existen cortes medianos y algunos fuertes, 5 predominan fuertes cortes
VEGETACIÓN y USO DEL SUELO	Tipo de vegetación en el sitio ordenada con base en su capacidad natural de resiliencia	5 secundaria, 4 bosque tropical húmedo, 3 bosque templado, 2 bosque caducifolio, 1 zona árida
	La zona cuenta con: (afectados por resiliencia del sistema)	0 nada, 1 solo hierbas, 2 arbustos pequeños, 3 arbustos y algunos árboles, 4 árboles y algunos arbustos, 5 gran cantidad de árboles
	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener : H' . (ver formula en anexo) afectado por resiliencia natural	5: Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad = (de 1.6 a 2.9); 3: Moderada/alta diversidad = (de 3.0. a 3.6); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)
	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou e . (ver formula en anexo)	5: Baja uniformidad e = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad e = (de 0.26 a 0.50); 3: Moderada/alta uniformidad e = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad e = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad e = (de 0.81 a 1.0)
	Uso del suelo aledaño al polígono por afectar	1 tipo de vegetación silvestre poco alterada, 2 vegetación silvestre con algunos parches antropizados, 3 relictos de vegetación original en zona antropizada, 4 zona muy antropizada con escasos relictos, 5 zona totalmente antropizada
Fauna	Riesgo de atropello de fauna en el sitio y radio de 1 km	muy bajo (presencia hasta 2 especies); 4 bajo (de 3 a 5 especies); 3 moderado (6 a 10 especies); 2 alto (de 11 a 15 especies); 1 Muy alto (16 o más)
	Presencia de especies protegidas, endemismos o especies generalistas y oportunistas	5 Ausencia de especies protegidas (NOM-059), 4 presencia de una especie protegida, 3 presencia de 2 a 4 especies protegidas, 2 presencia de 5 a 7 especies protegidas y 1 presencia de 8 o más especies protegidas
	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener : H' . (ver formula en anexo)	5: Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad = (de 1.6 a 2.9); 3: Moderada/alta diversidad = (de 3.0. a 3.6); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad
	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou	5: Baja uniformidad e = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad e = (de 0.26 a 0.50); 3: Moderada/alta uniformidad e = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad e = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad e = (de 0.81 a 1.0)
	Evidencia de atropello de fauna silvestre en sitio (tramo cercano o aledaño)	1 no, 5 si



La calificación de cada indicador que nos muestra la existencia de la modificación o cambio de un componente ambiental se muestra en la **Tabla IV.48**.

Estos valores están indicando el estado actual de los componentes Ambientales, con estos valores y mediante la aplicación de un factor de cambio a través del tiempo (que en este caso es el factor humano) se pueden construir los escenarios futuros en un corto, mediano y largo plazo sin Proyecto.

CONSULTA PÚBLICA



Tabla IV. 54. Calificación de la calidad ambiental en el escenario actual (sin proyecto) por Unidad de Paisaje

UNIDADES DE PAISAJE	INDICADORES ABIÓTICOS							INDICADORES BIÓTICOS									
	SUELO			HIDROLOGÍA			GEOMORFOLOGÍA	VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO					FAUNA				
	Las propiedades de suelo reflejan que el sitio es sensible a la erosión al despalmarlo	Se observa en el sitio la presencia de evidencias de erosión	Se observa en el sitio sellamiento de la superficie por infraestructura	Existen ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados	La carretera actual cruza cauces intermitentes	Hay humedales o zonas inundables	Relieve original existente	Tipo de vegetación en el sitio ordenada con base en su capacidad natural de resiliencia	La zona cuenta con (afectados por resiliencia del sistema)	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener: H' (ver fórmula en anexo) afectado por modificaciones	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou E' (ver fórmula en anexo)	Uso del suelo alejado al polígono por afectar	Riesgo de atropello de fauna en el sitio y radio de 1 km	El sitio por afectar alberga:	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener: H' (ver fórmula en anexo)	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou E' (ver fórmula en anexo)	Evidencia de atropello de fauna silvestre en sitio (tramo cercano o alejado)
Montañas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	5	5	1	4	5	5	3	5	1	2	4	4	3	4	5	5	6
Lomeríos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	3	1	1	4	5	5	1	5	1	2	4	4	3	4	5	5	6
Piedemontes de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	3	1	7	4	5	5	1	5	1	2	5	5	4	5	6	6	6
Valles formados por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	1	1	7	4	5	1	1	5	1	2	5	5	5	6	6	6	6



IV.3.2. Construcción del escenario actual

La aplicación del modelo conceptual permitió establecer mediante un análisis semi-cuantitativo, **la calidad ambiental del sitio del Proyecto en el escenario actual y a un corto, mediano y largo plazo, sin el emplazamiento del Proyecto**, la escala utilizada para calificar cada uno de los Polígonos Ambientales es la mostrada a continuación:

Escala de calificación de la calidad ambiental:

ESCALA DE CALIDAD AMBIENTAL		Clase de calidad
sumatoria entre:		
> 88		Inexistente; urbano
87	79	Deteriorada
78	70	Muy baja
69	61	Baja
60	52	Moderada
51	43	Regular
42	34	Aceptable
33	25	Alta
24	16	Muy alta
< 15		Pristina

Resultados de la calidad ambiental actual en el **escenario actual**

SIN PROYECTO- ESCENARIO ACTUAL	
ACTUAL SIN PROYECTO	Año 2019
ESTADO DEL SITIO CON RELACIÓN AL PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL (2019)
ESCENARIO ACTUAL SIN PROYECTO	
72	Muy Baja

Interpretación:

De acuerdo con los resultados obtenidos a través del análisis de los procesos de cambio en el sitio del proyecto actualmente la calidad ambiental en la superficie que se considera podría tener influencia directa por el Proyecto (aunque en este caso sin la construcción del Proyecto) en general es Muy baja, esto se puede traducir a que los ecosistemas naturales se han visto muy fragmentados por el desarrollo de actividades antrópicas y el crecimiento de la mancha urbana. En el SAR tiene mucho peso la mala calidad ambiental de los Valles y Piedemontes, que han sido constantemente intervenidos para el desarrollo de actividades agrícolas.



*Resultados de la calidad ambiental a **corto plazo** en el escenario actual*

SIN PROYECTO – ESCENARIO A CORTO PLAZO	
CORTO PLAZO	2025
ESTADO DEL SITIO CON RELACIÓN AL PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL
SIN PROYECTO	(2020)
72	Muy Baja

Interpretación:
En un corto plazo la Calidad Ambiental en la zona de influencia directa sin la construcción del Proyecto, básicamente mantiene los mismos parámetros (esto se explica a que el corto plazo esta supuesto en el 2025 a solo 5 o 6 años del escenario actual).

*Resultados de la calidad ambiental a **mediano plazo** en el escenario actual*

SIN PROYECTO – ESCENARIO A MEDIANO PLAZO	
MEDIANO PLAZO	2030
ESTADO DEL SITIO CON RELACIÓN AL PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL
SIN PROYECTO	(2030)
74	Muy Baja

Interpretación:
A un mediano plazo (para el 2035), la calidad ambiental del SAR se considera se seguirá manteniendo Muy Baja, por el supuesto de que los componentes ambientales seguirán bajo presión por el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias, así como por el crecimiento poblacional.

*Resultados de la calidad ambiental a **largo plazo** en el escenario actual sin Proyecto*

SIN PROYECTO – LARGO PLAZO	
LARGO PLAZO	2035
ESTADO DEL SITIO CON RELACIÓN AL PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL
SIN PROYECTO	(2035)
75	Muy Baja

Interpretación:
El largo plazo (para el 2035), de acuerdo con los resultados del modelo no va a existir diferencia respecto a los demás escenarios, es decir la calidad del SAR aún si Proyecto se mantiene como Muy Baja, y como se ha venido comentando se debe a que la zona podrá seguir fragmentándose y se seguirán ganando terrenos para el desarrollo económico. En este sentido sería de gran ayuda a los ecosistemas que se implementarán políticas de protección y conservación en la zona por parte de los gobiernos en turno.



RESULTADOS

Como ya se describió en las anteriores Tablas, la Calidad Ambiental estimada (superficie de influencia directa por el Proyecto sobre los componentes ambientales), se considera Buena y coincide con los resultados obtenidos para el análisis de la Calidad del Paisaje realizado en puntos anteriores de este Capítulo. Y sobre todo no existe distinción respecto al paso de los años por ser un centro poblacional de gran relevancia y por el desarrollo de las actividades económicas que se desempeñan en el SAR.

IV.3.3. Identificación y análisis de los procesos de cambio en el SAR

Según el análisis de los resultados obtenidos, se puede establecer que el principal proceso de cambio identificado en la superficie de influencia directa por parte del Proyecto, lo constituye la intervención humana. En términos generales, las superficies en donde se emplazará el Proyecto nos permiten analizar las tendencias de cambio a través de los años en un mismo escenario, es decir SIN proyecto, lo cual se puede hacer de forma sencilla comparando las características de los indicadores de cambio como la geomorfología y la vegetación. Normalmente el ser humano es pionero de actividades de desarrollo en las superficies de más fácil acceso, las principales actividades, se desarrollan en superficies que permiten un libre acceso, con ello, inicia la pérdida de vegetación natural o su modificación a vegetación introducida cambiando el uso del suelo, con el paso del tiempo y dependiendo del desarrollo económico de la zona es que las poblaciones van creciendo o en su caso se van estancando.

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CONTENIDO

FUNDAMENTO JURÍDICO.....	1
V.1 Identificación de Impactos.....	2
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	2
V.1.1.1 Técnicas para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	2
V.1.1.2 Matriz de Interacciones Causa-Efecto.....	4
V.2 Caracterización de los Impactos.....	1
V.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático.....	1
V.3 Valoración de los Impactos.....	4
V.4 Descripción de los impactos identificados por factor ambiental.....	7
V.4.1. Calificación de impactos con medidas de mitigación.....	25
V.4 Impactos Residuales y Acumulativos.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V. 1 Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales.....	2
Tabla V. 2 Componentes y Factores ambientales susceptibles de impacto por las acciones del Proyecto.....	3
Tabla V. 3 Matriz Causa-Efecto (Proyecto-Ambiente).....	5

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V. 1. Afectaciones derivadas de una carretera y distancias de evaluación que requieren los distintos factores ambientales. Las barras horizontales indican una aproximación del promedio y de la distancia máxima hasta donde los impactos son significantes, por lo que marcan límites de evaluación. Fuente: Modificado de Forman et al 2003.....	3
Figura V. 2. Vista panorámica de algunas superficies a afectar por la presente obra carretera en donde se aprecia la continuidad de la vegetación.....	22

FUNDAMENTO JURÍDICO

La elaboración de este Capítulo está en función de lo establecido en la Fracción V del Artículo 13 del REIA que establece la obligación de incluir en la MIA-R uno de los aspectos fundamentales para el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental que es la *“Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional”*. En cumplimiento de que señala este precepto, se presenta la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que el proyecto potencialmente ocasionará y que por sus características y efectos pueden ser relevantes o significativos. En seguimiento a lo anterior, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental define al impacto ambiental como *“La modificación del ambiente causada por la acción del hombre o de la naturaleza”*, en este sentido la Ley establece que cualquier proyecto de desarrollo que pueda dañar el equilibrio ecológico o exceder normas de protección ambiental debe ser sometido al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, por tanto se incluyen varios métodos de identificación de los posible impactos ambientales que se estima pueda provocar el Proyecto de *CONSTRUCCIÓN DEL LIBRAMIENTO SUR DE OAXACA, CON UNA LONGITUD DE 67.5 KM, EN EL ESTADO DE OAXACA*.

Respecto a la definición legal del impacto ambiental este se debe concebir como las *“... las modificaciones al ambiente que conllevan a un cambio neto en el nivel de vida de la población...”*. Aunque la Ley presume que solamente las alteraciones causan impactos, la ausencia de actividad también debería incluirse porque, en ciertos casos, no ejecutar un proyecto de desarrollo tampoco contribuye al mejoramiento de la calidad de vida (Bojórquez, 1988).

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) representa una herramienta de exploración de las posibles consecuencias de la realización de una obra específica; por eso mismo, con el objeto de otorgarle una mayor validez de las predicciones y consecuentemente a las recomendaciones propuestas se realizó una caracterización ambiental para el proyecto en comento, las técnicas y métodos empleados para la identificación y evaluación de los impactos se realizaron a través de un equipo de trabajo multidisciplinario, asegurando de esta forma que se consideren todas las implicaciones de las acciones propuestas por el Proyecto en un marco sin ecológico.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Los proyectos relacionados con las vías de comunicación al considerarse como obras que representan un beneficio social y económico para la sociedad y mejoran la calidad de vida de los habitantes, constituyen un elemento importante para el desarrollo social, cultural económico de una región. Sin embargo, para este caso en particular, la construcción del Libramiento Sur de Oaxaca, puede causar efectos negativos sobre el ambiente, cuya identificación y evaluación oportuna es importante para diseñar estrategias que eviten, mitiguen y reviertan los impactos generados.

Para la identificación de los impactos ambientales que se generen durante la ejecución del proyecto, es indispensable conocer todas las actividades que se desarrollarán en cada una de las etapas que lo componen, el estado actual de las condiciones físicas, biológicas, estéticas, sociales y económicas del sitio, las restricciones ambientales de la zona y la vinculación con los instrumentos legales y normativos, tal y como se ha descrito en capítulos anteriores.

V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1.1.1 Técnicas para identificar y evaluar los impactos ambientales

El primer paso de la identificación de impactos ambientales en este caso consistió en sintetizar y ordenar la información relacionada con las actividades de cada una de las obras del proyecto en sus diferentes etapas (Preparación del Sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento).

En la **Tabla V.1**, se presentan cada una de las actividades en sus diferentes etapas que se desarrollarán para la *Construcción del Libramiento Sur de Oaxaca con una Longitud de 67.5 km, en el Estado de Oaxaca*, por lo que es importante resaltar que es a partir de esta *Tabla de Actividades* inicia la identificación de impactos, cabe señalar que dicha tabla se obtiene a partir del proceso constructivo del propio Proyecto.

Tabla V. 1 Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales.

Etapa Ambiental del Proyecto	No. Actividad	Obras y Actividades del Proyecto
Preparación del Sitio	1.1	Preliminares (Incluye la Construcción de personal de Obra y la adquisición de insumos, materiales y maquinaria para la realización de las actividades del Proyecto)
	1.2	Trazo y nivelación
	1.3	Señalización preventiva y desvíos vehiculares en sitios de desplante de entronques
	1.4	Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos)
	1.5	Desmonte
	1.6	Despalme
	1.7	Limpieza de áreas



Etapa Ambiental del Proyecto	No. Actividad	Obras y Actividades del Proyecto
Construcción	2.1	Excavaciones, cortes y construcción de terraplenes
	2.2	Construcción de obras mayores (pasos vehiculares y puentes)
	2.3	Construcción de obras de drenaje menor (alcantarillas)
	2.4	Construcción de los Entronques de la 1ra Etapa del Proyecto
	2.5	Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización)
	2.6	Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
Operación y Mantenimiento	3.1	Tránsito de vehículos en el Libramiento Sur de Oaxaca
	3.2	Mantenimiento preventivo y correctivo de infraestructura vial

Consecutivamente a la identificación y organización de las actividades del proyecto, se determinaron los indicadores ambientales que son un medio reconocido desde hace tiempo para suponer las tendencias de cambio sobre los componentes del ambiente y así poder determinar las medidas necesarias para minimizar los efectos del proyecto. Esta actividad se desarrolló mediante una revisión exhaustiva de literatura relacionada con el medio abiótico y biótico que circunda la región del proyecto, de los datos obtenidos en campo, así como de la opinión de expertos y tomando en consideración la estructura, la descripción y diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR) y del Área de Influencia (AI) del Proyecto.

La determinación de los indicadores útiles para la identificación de los impactos se tomó considerando el elemento del medio ambiente afectado o por afectar por un agente de cambio, observando su representatividad, su relevancia, si es excluyente, si es cuantificable y si puede proporcionar la idea de la magnitud alterada. Debido a que los impactos se presentan sobre los componentes del ambiente, de forma general y las características del sitio y su entorno, se contempló el suelo, el aire, ruido, la geomorfología e hidrología, la vegetación, la fauna y los factores socioeconómicos.

En la **Tabla V.2.**, se describen los factores ambientales y sus componentes que se consideraron serán susceptibles de presentar afectaciones por las actividades del proyecto.

Tabla V. 2 Componentes y Factores ambientales susceptibles de impacto por las acciones del Proyecto.

Componente ambiental	Factor ambiental	Subfactor ambiental
Atmósfera (aire, ruido)	Aire	Calidad del aire
	Ruido	Nivel de Ruido
Suelo	Características edáficas	Características fisicoquímicas
	Calidad edáfica	Calidad del suelo
Geomorfología	Relieve y geoformas	Topografía y pendiente natural del terreno
Hidrología superficial	Escurrimientos naturales y/o cuerpos de agua	Patrón natural de drenaje y escorrentías
		Calidad del Agua
Paisaje	Paisaje Natural de la Región	Cualidades paisajísticas
Vegetación	Densidad de la cubierta vegetal	Cubierta vegetal en el SAR



Componente ambiental	Factor ambiental	Subfactor ambiental
		Ecosistemas
	Diversidad y abundancia	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y comerciales
		Especies oportunistas
Fauna	Diversidad y abundancia de especies.	Hábitat de la Fauna
		Patrones de desplazamiento
		Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
		Poblaciones faunísticas
SOCIOECONÓMICOS	Empleo	Calidad de vida
	Economía Local y Regional	Bienes y servicios
	Movilidad	Conectividad local y regional
		Seguridad vial
	Tenencia de la tierra	Liberación del DDV
	Población	Patrones conductuales
Dinámica Poblacional		

V.1.1.2 Matriz de Interacciones Causa-Efecto

Una vez indicados los factores y componentes ambientales susceptibles de ser modificados y las acciones generadoras de cambio, se procedió a elaborar una matriz de interacciones causa-efecto, este método permite relacionar una actividad del Proyecto con un factor ambiental, de esta forma se representan de forma visual las interacciones para a su vez determinar los impactos ambientales, como se observa en la Tabla a continuación.



Tabla V. 3 Matriz Causa-Efecto (Proyecto-Ambiente), (Ver en Anexo V.1)

NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN PROYECTO/AMBIENTE	MEDIO FÍSICO										MEDIO BIÓTICO							MEDIO SOCIAL Y ECONÓMICO				
	Climática		Características físicas	Suelo		Geomorfología	Hidrología	Vegetación	Fauna	Paisaje natural	Biodiversidad y conservación			Impactos ambientales								
	Calidad del aire	Nivel de ruido		Calidad del agua	Temperatura y condiciones naturales de terreno						Reserva natural de biosfera y patrimonio	Calidad del agua	Calificación paisajística	Cobertura vegetal en el SRE	Endemismo	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2019 y especies	Especies endémicas	Especies migratorias	Áreas de conservación especial	Reserva natural de biosfera y patrimonio	Impactos ambientales	
Incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas y contaminantes	Generación de ruido	Modificación de las condiciones hidrográficas de ríos	Alfondo de la cubierta vegetal	Contaminación por deposición de sedimentos y cambios o detención de ruidos por grandes eventos	Modificación del relieve regional (cortes de terracerías)	Afectación de la red de drenaje natural	Contaminación de ríos y manantiales	Modificación de las condiciones naturales del paisaje	Degradación y pérdida de la calidad regional	Ingeniería del hábitat y efectos de barrera de terreno	Falta acceso para ejecución de actividades de alta capacidad de respuesta (contaminación y perturbación)	Invasión de especies oportunistas	Pérdida y fragmentación del hábitat	Efecto barrera	Efecto de borde	Múltiples y nuevos usos del suelo	Generación de empleos	Incremento de la oferta y demanda de bienes y servicios	Alfondo de la conectividad regional del sub-estado de Oaxaca	Mayor seguridad vial	Pérdida de productividad en las actividades agrícolas y de ganadería	Afectación de patrones culturales y de la identidad
Proyecto	Etapas	N.º Actividad	Actividad del Proyecto																			
Aplicación del ruido	11	Implementación de la Comisión de planeación de Oaxaca en el desarrollo de planes, programas y acciones para el desarrollo de las actividades del Proyecto																				
		Ejecución de obras																				
		Implementación de programas y acciones enfocados en el desarrollo de proyectos																				
		Implementación de otros componentes programáticos (construcción y mantenimiento, planes de respuesta y contingencia)																				
		Operación																				
Construcción	21	Construcción, mantenimiento y operación de las obras																				
		Construcción de obras auxiliares (puentes, puentes)																				
		Construcción de obras de drenaje (canales, alcantarillas)																				
		Construcción de obras de drenaje de tipo gravedad																				
		Operación y mantenimiento																				
Operación y Mantenimiento	31	Operación y mantenimiento de las obras																				
		Mantenimiento preventivo y correctivo de las obras																				

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO Y DE CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su CAPÍTULO I, ARTÍCULO 3, Fracción VII, VIII, XV y X se consideran las siguientes definiciones:

VII. 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;

VIII. 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;

IX. 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;

X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Además de las definiciones anteriores, como ya se mencionó se tomaron en cuenta una serie de criterios y la naturaleza del impacto, de esta forma se agruparon en impactos adversos generales, adversos específicos e impactos positivos, en función de las afectaciones provocadas por el proyecto en las diferentes etapas y actividades.

- **Criterios establecidos para la evaluación de impactos**

Las Matrices de interacción son ampliamente utilizadas en las evaluaciones de impacto ambiental (EIA). Sin embargo, esta técnica contiene un enfoque ilustrativo, ya que su poder analítico se considera insuficiente para el manejo eficaz en la toma de decisiones complejas. Se puede argumentar que el mal uso de las matrices de interacción tiene en algunos casos fallas, desvirtuando deliberadamente la aprobación de los proyectos. Por lo tanto, una alternativa para mejorar la Evaluación de Impacto Ambiental en el corto plazo es mejorar el método de la matriz, de modo que se utilice una evaluación más rigurosa de los impactos a través de matrices matemáticas, por tales motivos la metodología de Bojórquez tapia, 1998 (Evaluación de los impactos ambientales y medidas de mitigación a través de matrices de matemáticas), se presenta como una oportunidad de determinar la importancia de los impactos a través de matrices de enlace mínimo, interpretativa modelos estructurales y ecuaciones exponenciales y lineales. Este método permite a los usuarios ver todas las posibles vías de interacciones causa-efecto y considerar los impactos primarios y secundarios identificados en una matriz. En consecuencia, el enfoque aumenta la eficacia y el rigor de las matrices en el manejo de datos complejos y la predicción de los impactos ambientales de una manera estricta y trazable.



En este sentido, de acuerdo con el esquema de Bojorquez et al. (1998) los impactos se dividen en básicos y complementarios. Los criterios básicos son: 1) magnitud o intensidad (M), 2) extensión espacial (E), 3) duración (D). Los criterios complementarios son: 1) sinergismo entre actividades (S), 2) efectos acumulativos (A), 3) controversia (C).

Asimismo, para cada efecto se determinó su naturaleza, es decir, si el impacto es benéfico o perjudicial para el ambiente; por lo que se asignaron calificaciones positivas (+) para impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para impactos adversos.

Definición de los criterios:

1. **Naturaleza del impacto:** benéfico (positivo +) o perjudicial (negativo -).
2. **Magnitud (M):** Se refiere a la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente ambiental, independientemente del área afectada o duración del impacto.
3. **Extensión espacial (E):** Tamaño de la superficie afectada por una determinada acción. En el caso en que el efecto abarque toda el área de estudio, se le asignará la máxima calificación posible.
4. **Duración (extensión temporal) (D):** Tiempo en que el componente ambiental mostrará los efectos de la actividad. Se asignará el número 9 a aquellos efectos de carácter irreversible, y los demás valores tomando como criterio la vida útil de las obras del proyecto.
5. **Sinergismo (S):** Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementen más allá de la suma de los efectos individuales de cada una de ellas.
6. **Efecto acumulativo (A):** Cuando como consecuencia de una actividad, el efecto sobre el componente ambiental se incrementa con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.
7. **Controversia (C):** Es una medida del grado en que la sociedad pudiese responder ante la ocurrencia de un cierto efecto de una actividad sobre un factor ambiental, de tal manera que lo "magnifique" con respecto a su valor real.

- **Escalas utilizadas**

Los dos tipos de criterios se evaluaron usando una escala ordinal de 0 a 9, con cero para denotar efectos mínimos sobre el ambiente, y 9 para denotar efectos máximos sobre el mismo. Y los valores de 0 a 9 fueron asignados considerando en la medida de lo posible estimaciones cuantitativas obtenidas a partir del trabajo de campo y gabinete de este estudio con la finalidad de disminuir la subjetividad al asignar los valores de calificación de los criterios básicos y complementarios, mismos que fueron integrados en el mismo capítulo.

Por otro lado también es importante mencionar que la categorización y evaluación de los impactos ambientales se estima se presenten en el Área de Influencia (AI), que corresponde al área en torno al Proyecto en donde se presentarán mayormente los impactos ambientales. Establecer la distancia a la cual la construcción del proyecto ocasionará afectaciones es una cuestión compleja y multifactorial. Las afectaciones sobre los distintos componentes ambientales (fauna, vegetación, suelos, hidrología y actividades humanas) tienen diferentes escalas de desarrollo, y por lo consiguiente de estudio. El efecto que puede ocasionar la carretera sobre la flora, será local ya que las afectaciones ocurren en el sitio de ocupación directa del proyecto. En comparación, el efecto sobre fauna, la hidrología o la población humana, el efecto se dará en extensiones mayores, cuya escala de medición de efectos es regional. Algunos efectos importantes de carreteras están limitados a distancias cortas, como lo es la



emisión de partículas o la dispersión de residuos; mientras que otros efectos que involucran la transferencia de especies, energía y materia, se extienden distancias medias. Finalmente, afectaciones de carácter humano pueden llegar a tener repercusiones a grandes distancias; actividades capaces de interrumpir o afectar corredores biológicos, la modificación de rutas migratorias o la contaminación atmosférica (Forman et al., 2003). Las distancias a las cuales las carreteras ocasionan algunos de los más importantes impactos generales se muestran en la Figura siguiente.

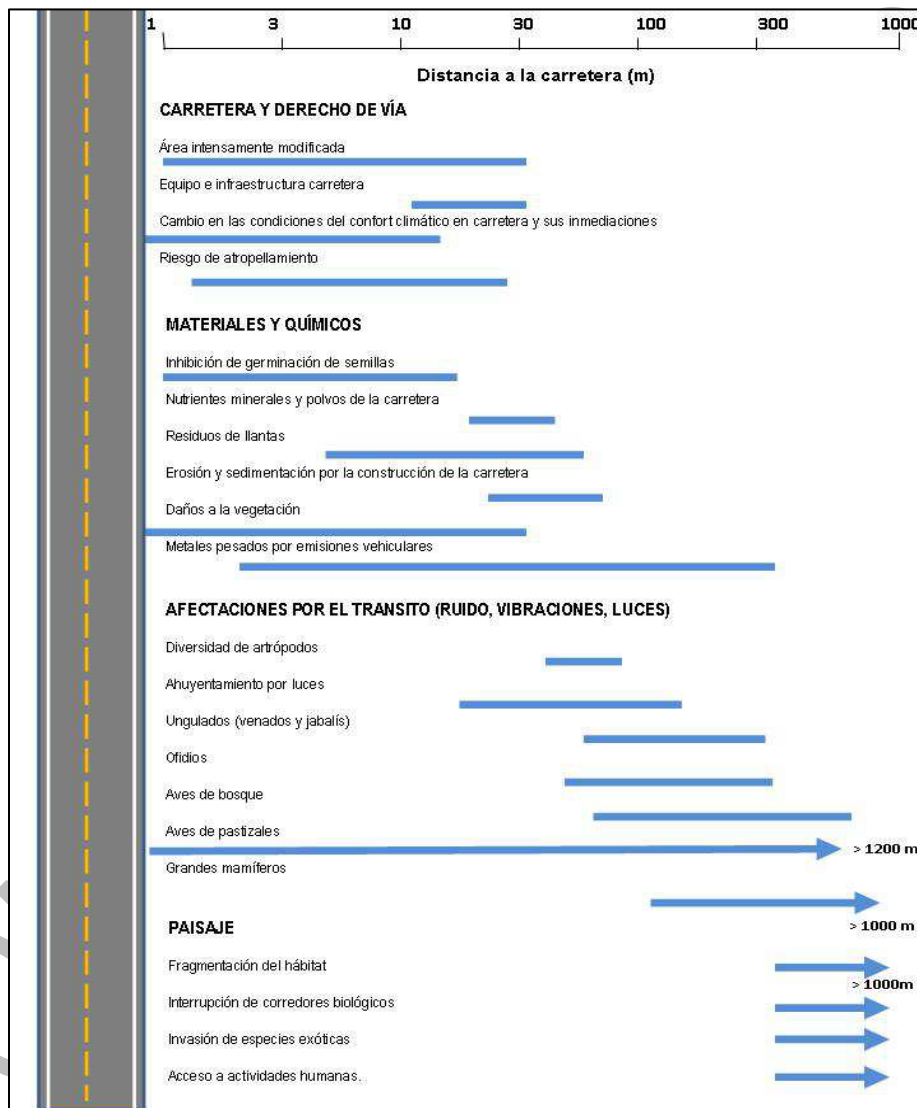
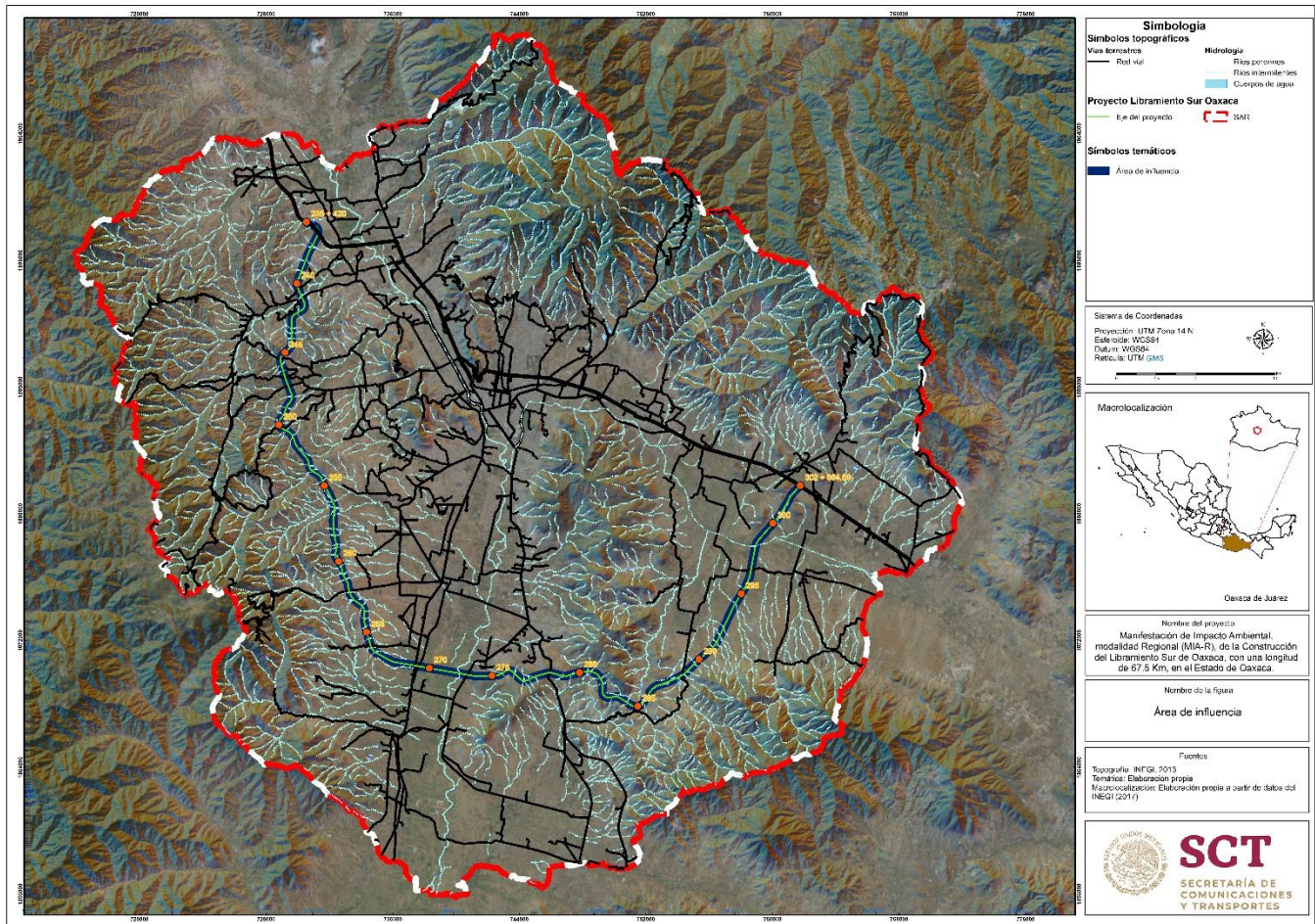


Figura V. 1. Afectaciones derivadas de una carretera y distancias de evaluación que requieren los distintos factores ambientales. Las barras horizontales indican una aproximación del promedio y de la distancia máxima hasta donde los impactos son significantes, por lo que marcan límites de evaluación. Fuente: Modificado de Forman et al 2003¹.

¹ Forman R.T., D. Sperling, J.A. Brissonette, A. P. Clevenger, C.D. Cuthall, V.H. Dale, L. Fahrig, R. France, C. R. Goldman, K. Heanue, J.A. Jones, F. J. Swanson, T.T. Turrentine y T.C. Winter. 2003. Road Ecology: Science and Solutions. Island Press. Washington. 481 pp.



En este sentido la AI establecida para el Proyecto, se presenta a continuación en el siguiente Mapa. Y corresponde a un buffer de 150 m a partir del eje del Proyecto.



Mapa 1. Área de Influencia (AI) establecida para el Proyecto.

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

La evaluación cuantitativa de los impactos ambientales se presenta en la matriz de evaluación de impacto (ver la Tabla que componen la Matriz de Evaluación de Impactos en la **Tabla V.5**). Cabe señalar que esta matriz considera el proyecto **SIN** tomar en cuenta ninguna medida de mitigación o recomendación realizada en este estudio. En **Anexo V.1**, se presenta a detalle dicha Matriz para su consulta, en electrónico.



Es muy importante señalar que la evaluación de los impactos ambientales es inherente a la calidad ambiental del sitio integrado por la combinación de sus diversos componentes del medio físico, biótico y social, sin embargo aun así, la intensidad del impacto NO es la misma a lo largo del trazo del Proyecto, por esta situación se delimitaron polígonos que en este estudio.

CONSULTA PÚBLICA

V.4 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS POR FACTOR AMBIENTAL

IMPACTOS DEL MEDIO FÍSICO

En este apartado se describen los impactos ambientales que se identificaron mediante la metodología señalada en los apartados anteriores, estos se describen por componente ambiental que probablemente será afectado por el Proyecto en las diferentes etapas de implementación de este.

Tabla V. 5. Impactos a la atmósfera-Calidad del aire

Factor ambiental	Calidad del aire	
Acción del proyecto	Preparación del sitio	Señalización preventiva y desvíos vehiculares en sitios de desplante de entronques Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmonte Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Excavaciones, cortes y construcción de terraplenes Construcción de obras mayores (pasos vehiculares y puentes) Construcción de obras de drenaje menor (alcantarillas) Construcción de los Entronques de la 1ra Etapa del Proyecto Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización) Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
	Operación y mantenimiento	Tránsito de vehículos
Componente ambiental	Atmósfera	
Nombre del impacto	Contaminación atmosférica por gases y polvo	
Naturaleza del impacto	Adversa	
Índice del impacto	Moderado	

Descripción del impacto:

Las actividades derivadas de la preparación del sitio, la construcción, operación y mantenimiento del Libramiento Sur Oaxaca implican el uso de equipos y maquinaria para la remoción del arbolado, suelos y rocas y para las excavaciones, cortes y construcción de terraplenes, puentes, pasos vehiculares, alcantarillas, entronques, estructura vial, etc. De este modo, se presentan dos tipos de impacto: el primero, relacionado con el incremento en los niveles de emisión de gases; y el otro, con el desprendimiento de partículas de suelo suspendidas en el aire.

Si bien, este impacto no será significativo, se debe considerar que el impacto negativo de los elementos contaminantes está en función de las concentraciones relativas y relaciones espacio-temporales. En el caso de las etapas de preparación del sitio y construcción, la concentración de gases nocivos y levantamiento de polvo será alta en un lapso relativamente corto y, el



impacto negativo se presentará en los trabajadores directamente implicados en dichas etapas; mientras que, en la etapa de operación y mantenimiento, la concentración de gases nocivos será baja en un lapso relativamente largo y, las afectación será poco significativa, ya que las comunidades aledañas al eje del proyecto (hasta 100 m del derecho de vía) se localizan en espacios abiertos, en los cuales el viento constante disipará con rapidez las emisiones de gases y polvo.

Tabla V. 6. Localidades aledañas al eje del proyecto

Localidad	Distancia al eje del proyecto (m)
El Roble, San Felipe Tejalapam	80
Luis Alonso León, San Jerónimo Tlacochayagua	122

Tabla V. 7. Impactos a la atmósfera-Nivel de ruido

Factor ambiental	Nivel de ruido	
Acción del proyecto	Preparación del sitio	Señalización preventiva y desvíos vehiculares en sitios de desplante de entronques Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmante Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Excavaciones, cortes y construcción de terraplenes Construcción de obras mayores (pasos vehiculares y puentes) Construcción de obras de drenaje menor (alcantarillas) Construcción de los Entronques de la 1ra Etapa del Proyecto Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización) Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
	Operación y mantenimiento	Tránsito de vehículos
Componente ambiental	Atmósfera	
Nombre del impacto	Generación de ruido	
Naturaleza del impacto	Adversa	
Índice del impacto	Moderado	

Descripción del impacto:

Las actividades derivadas de la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Libramiento Sur Oaxaca ocasionarán niveles de ruido que variarán en su intensidad de acuerdo con la actividad realizada, constituyendo un estímulo perjudicial para la fauna, el personal de la obra y las comunidades cercanas.

Las actividades de preparación del sitio y construcción presentarán impactos al ambiente por emisión de ruido debido al uso de maquinaria pesada para el retiro de la vegetación, suelo y rocas existentes y la carga, el transporte y el uso de maquinarias para excavaciones, cortes y construcciones; mientras que, en el caso de la etapa de operación y mantenimiento, la emisión de ruido se deberá al tránsito constante de vehículos. Sin embargo, debido a las condiciones ambientales de la zona, el ruido se disipará con facilidad hasta alcanzar un nivel poco perceptible para las poblaciones aledañas al eje del proyecto, afectando únicamente al personal de obra.

Si bien, el impacto será poco significativo, es necesario tomar en cuenta que no es totalmente mitigable para el personal de obra, por lo que será se sugiere a los encargados de la construcción de la obra, la correcta planeación del montaje y operación de los equipos y maquinaria de acuerdo con la normatividad vigente, de tal forma que las fuentes que produzcan ruido excesivo disminuyan sus niveles de emisión.

Tabla V. 8. Localidades aledañas al eje del proyecto

Localidad	Distancia al eje del proyecto (m)
El Roble, San Felipe Tejalapam	80
Luis Alonso León, San Jerónimo Tlacoachayhua	122

Tabla V. 9. Impactos al suelo- Características fisicoquímicas

Factor ambiental	Características fisicoquímicas	
Acción del proyecto	Preparación del sitio	Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmonte Despalme
	Construcción	Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
Componente ambiental	Suelo	
Nombre del impacto	Modificación de las cualidades fisicoquímicas del suelo	
Naturaleza del impacto	Adversa	
Índice del impacto	Alto	

Descripción del impacto:

Las actividades derivadas de la preparación del sitio y construcción ocasionarán la exposición del suelo a cualquier eventualidad por ausencia de la vegetación. Al introducir maquinaria que funciona a base de diésel y gasolina, así como algunos aditivos, el mal manejo de estos puede alterar la composición química del suelo.



En la etapa de preparación del sitio se removerá la cubierta vegetal y la capa superficial del suelo (horizonte orgánico), para dejar la superficie donde se pretende emplazar la infraestructura carretera libre de materia vegetal que pueda descomponerse o semillas que puedan germinar, con el fin de lograr la estabilidad del terraplén; mientras que, en la etapa de construcción, se modificará la estructura física natural del suelo, debido a la remoción del mismo.

Los impactos que podrían presentarse son:

- Deterioro de la estructura. La compactación del suelo y pérdida de materia orgánica produce una disminución de la porosidad, que origina una reducción del drenaje y una pérdida de la estabilidad; como consecuencia se produce un encostramiento superficial y por tanto aumenta la escorrentía y la erosión del suelo. La compactación del suelo deriva en la disminución de la infiltración del agua hacia el subsuelo y el incremento en la erosión de material por arrastre hídrico en las superficies compactadas.
- Disminución de la capacidad de retención de agua por degradación de la estructura o por pérdida de suelo. Esta consecuencia es especialmente importante para los suelos que pierden materia orgánica y se ubican en sitios con baja precipitación.
- Pérdida física de materiales: erosión selectiva (parcial.- de los constituyentes más lábiles, como los limos y arcillas) o masiva (pérdida de la capa superficial del suelo; los casos extremos, puede ocurrir la pérdida de la totalidad del suelo.

En la zona del proyecto, puede ocurrir cualquiera de los impactos mencionados con anterioridad, en función de las condiciones geomorfológicas, el grado de degradación actual del suelo y el tipo de obra que se ejecute sobre la superficie desmontada y/o despalmeada, por lo que será necesario la aplicación de diferentes medidas de mitigación ante estos impactos.

Asimismo, es importante señalar que, en algunas zonas, debido al estado actual del suelo, el impacto se incrementará, pero con la ejecución de las medidas planteadas, la calidad del suelo mejorará sustancialmente.

Tabla V. 10. Impactos al suelo-calidad del suelo/cubierta edáfica (recurso)

Factor ambiental	Calidad del suelo/cubierta edáfica (recurso)	
Acción del proyecto	Preparación del sitio	Desmorte Despalme
Componente ambiental	Suelo	
Nombre del impacto	Pérdida de cubierta edáfica (recurso)	
Naturaleza del impacto	Adversa	
Índice del impacto	Alto	

Descripción del impacto:

Las actividades derivadas de la preparación del sitio ocasionarán una afectación directa a la cubierta edáfica debido a la exposición a agente erosivos como el viento, la lluvia o el paso de personal y maquinaria, por lo que los impactos generados se relacionan principalmente con la erosión del suelo (hídrica, eólica y/o antrópica).

Debido a esto, es importante señalar que en el Sistema Ambiental Regional y en el eje del proyecto se presentan unidades de paisaje altamente vulnerables a procesos erosivos, por lo que es de suma relevancia la aplicación inmediata (posterior al desmorte y despalme) de medidas de mitigación (barreras protectoras, revegetación o mallas) que minimicen los efectos erosivos y permitan a mediano y largo plaza la restauración y mejoramiento de la calidad ambiental de la zona.

Los tipos de erosión que se pueden presentar una vez que se desarrolle el proyecto, son:



Erosión hídrica: consiste en la remoción de partículas de suelo, por efecto de la lluvia, se puede presentar en varios grados, desde laminar hasta la formación de cárcavas, para el caso del proyecto de modernización se debe tener en cuenta que al ya haber un cuerpo carretero existente muchas de las zonas ya presentan estos procesos erosivos, provocados principalmente por el desmonte y despalme del proyecto original.

Erosión antrópica: es la pérdida del suelo por la acción directa del hombre producto de realizar sus actividades irresponsablemente. El hecho de haber llevado a cabo la construcción del camino de terracería actual constituye un impacto directo al suelo por los procesos erosivos antrópicos; sin embargo para este caso la modernización de la carretera o camino tiene por objetivo estabilizar la carretera y a su vez con la aplicación de las medidas correspondientes la estabilización de los taludes y el suelo por lo cual el impacto será benéfico para la zona.

Erosión eólica: se presenta por la remoción de las partículas del suelo por la acción del viento. Afectaría principalmente las zonas donde se realicen cortes en las partes altas, que es donde más incidencia tienen los vientos, esta afectación será poco significativa.

Tabla V. 11. Impactos al suelo-Calidad del suelo/contaminación del suelo

Factor ambiental	Calidad del suelo/contaminación del suelo	
Acción del proyecto	Preparación del sitio	Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmonte Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización) Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
Componente ambiental	Suelo	
Nombre del impacto	Contaminación por dispersión de residuos y contacto o derrames de residuos peligrosos líquidos	
Naturaleza del impacto	Adversa	
Índice del impacto	Moderado	

Descripción del impacto:

La contaminación del suelo es una degradación de la calidad de este, asociada a la presencia de sustancias químicas. En otras palabras, el aumento en la concentración de compuestos químicos de origen antropogénico, que provoca cambios perjudiciales y reduce su función ecológica, afectando la biota edáfica, las plantas, la vida animal e incluso la salud humana.

Es importante mencionar que, dependiendo de las características de cada contaminante y su concentración, los efectos serán más o menos graves. Algunas sustancias alteran la cadena trófica y los ciclos biogeoquímicos, que incluyen la generación de carbono y oxígeno, imprescindibles para el equilibrio vital.

La **degradación paisajística** y la desvalorización del suelo conllevan la infertilidad del terreno por pérdida de nutrientes esenciales, deforestaciones, erosiones, **desertizaciones**, inundaciones y la contaminación del aire y de los recursos acuáticos. Con la **contaminación de los mantos freáticos**, amenazamos el 97 % del volumen de agua dulce de la Tierra.

En el caso particular del proyecto, durante las actividades de preparación del sitio y construcción se empleará equipo y maquinaria que funciona a base de diésel y gasolina, así como algunos aditivos, por lo que será necesario realizar medidas de rescate y conservación de suelos y programas de manejo de residuos, con el fin de evitar la contaminación del suelo o reducir en la medida de lo posible los efectos de esta.

Tabla V. 12. Impactos a la Geomorfología-Relieve y geoformas

Factor ambiental	Relieve y geoformas	
Acción del proyecto	Construcción	Excavaciones, cortes y construcción de terraplenes
Componente ambiental	Geomorfología	
Nombre del impacto	Modificación del relieve original	
Naturaleza del impacto	Adversa	
Índice del impacto	Alto	

Descripción del impacto:

En la etapa de construcción se modificarán las condiciones de estabilidad de taludes, específicamente en los procesos de excavación, corte y construcción de terraplenes. Por ello es recomendable que la constructora encargada de realizar las obras, elabore diversos estudios geotécnicos y mecánicos para identificar las zonas de riesgo tanto por factores naturales como por modificación antrópica, con el fin de implementar adecuadamente obras de mitigación para inestabilidad de taludes durante la construcción del Libramiento Sur Oaxaca.

Entre los procesos que podrían ocurrir se encuentran los procesos de remoción en masa (PRM). Estos fenómenos naturales, se encuentran asociados al intemperismo y la fuerza de gravedad y conlleva el movimiento de materiales de las zonas altas a las bajas. Los PRM más comunes son los flujos, caídas, deslizamientos, vuelcos, expansiones laterales y movimientos complejos (Alcántara, 2000).

En la zona del proyecto los factores que se encuentran involucrados en la inducción de los movimientos en masa están relacionadas a las pendientes pronunciadas, el tipo de litología poco consolidada y la estructura de los cuerpos rocosos, así como las condiciones de precipitación.

Otros procesos que inciden en los PRM son la de erosión y los procesos de expansividad de las arcillas por saturación de agua, lo que ocasiona el aumento de su volumen. En el caso del primer proceso la pérdida de materiales de las laderas causa una gran cantidad de deslizamientos, en tanto que en presencia de arcillas expandibles el incremento de su volumen, que se propicia en la época de lluvia, y la pérdida de este, en la época de secas, ocasiona deformaciones del material por lo que se pierde la estabilidad de los taludes. Así mismo, en los procesos de incremento del volumen, en capas arcillosas se puede presentar el desprendimiento por el peso del material y por el cambio de estado del material, ya que puede pasar a una fase semilíquida, cuando estas se encuentran sobre materiales consolidados el proceso de movimientos en masa puede inducirse. La estabilidad natural del terreno puede verse alterada cuando se añade, además de los diferentes factores ambientales, un factor de alteración antrópico, tal como el corte para construcción de una carretera, lo que remueve los materiales de la base y provoca cambios físicos de la roca. Esto induce la actividad de deslizamiento.



Es importante conocer que hay una dinámica diferencial en cuanto a la estabilidad de las laderas cuando estas son naturales y cuando se refiere a taludes o cortes contruidos en una carretera, dentro de estos últimos se encuentran además diferencias en cuanto a los cortes y los terraplenes ya que en estos segundos se controla el material y la dinámica, en tanto que en los cortes, la estabilidad depende de la heterogeneidad y proceso de formación que le dio su variabilidad natural.

En el proceso de desmonte, la pérdida de materiales por deslizamiento debido a la incidencia de equipo, actividad antrópica y pérdida de estabilidad del terreno ante la pérdida de cobertura vegetal puede ser moderada. Asimismo, durante el proceso de despirme, se propiciará la perdida de suelo y de materiales litológicos sin consolidar debido a la poca maniobrabilidad que tendrán las maquinas en la zona por la pendiente y la estabilidad de los materiales. No obstante, en el proceso de corte de laderas y voladuras de rocas de los materiales litológicos, se espera un alto impacto e incidencia en la pérdida de estabilidad de las laderas en varios puntos a lo largo del trazo. Es durante esta actividad que este impacto tiene su mayor expresión y riesgos.

Debido a la conformación geomorfológica del relieve en la región, prácticamente toda la zona del proyecto tiene contemplados cortes de terreno, en menor o mayor magnitud. Por el momento, no se cuenta con toda la información detallada sobre el material que conforma cada uno de los cortes programados en la obra, por lo que como primera medida es necesario realizar un análisis detallado para definir y tener en cuenta el tipo de movimientos de terreno que podrían ocurrir dentro del derecho de vía.

En los sitios donde haya riesgos altos y moderados de derrumbe, de acuerdo con mapa de pendientes y el análisis realizado en campo, la modernización de la carretera deberá tomar medidas de prevención y mitigación correspondientes, a fin de evitar que el material caiga sobre la ladera afectando vegetación ladera abajo o una posible obstrucción de cauces, con impactos indirectos aguas abajo del sitio del deslave de material. Durante la operación de la carretera, los sitios con altos riesgos de derrumbe podrían convertirse en zonas de peligro para los usuarios.

Las áreas que serán afectadas por la obra, desde el punto de vista geomorfológico, serán las que se asientan en laderas con pendientes fuertemente inclinadas a abruptas, de acuerdo con la caracterización ambiental.

Otros procesos constructivos que se encuentran asociados a la perdida de estabilidad de las laderas son las obras de drenaje superficial; siempre y cuando incluyan la realización de cortes sobre material susceptible a derrumbe. Estas alteraciones dependerán en gran medida de la susceptibilidad del área a procesos de movimientos en masa.

De manera general, en el área de estudio se encuentran diferentes condiciones de estabilidad de laderas que se encuentran relacionadas con la historia geológica y los procesos de formación. Se reconoce que en el área son frecuentes los movimientos de materiales asociados con los flujos de materiales litológicos no consolidados y de suelos; además los movimientos de materiales se encuentran asociados eventos de precipitación alta.

Por lo antes señalado, entre las medidas deberán contemplar estudios detallados que identifiquen los cortes que podrían conllevar importantes derrumbes y que la inclinación de los cortes corresponda a aquélla que implique un adecuado reposo del material.

Tabla V. 13. Impactos a la Hidrología-Escurreimientos naturales/patrón de drenaje

Factor ambiental	Escurreimientos naturales/patrón de drenaje	
Acción del proyecto	Preparación de sitio	Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos)



		Desmante Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Construcción de obras mayores (pasos vehiculares y puentes) Construcción de obras de drenaje menor (alcantarillas) Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización)
Componente ambiental	Hidrología	
Nombre del impacto	Modificación del patrón natural de drenaje y escorrentías	
Naturaleza del impacto	Adversa	
Índice del impacto	Alto	

Descripción del impacto:

Las actividades derivadas de la preparación del sitio y construcción implicarán el paso por escurrimientos de distintas dimensiones, por lo que en menor o mayor grado el aspecto hidrológico de la zona sufrirá afectaciones. Debido a esto, el proyecto contempla la construcción de obras de diversos tamaños que permitirán el flujo natural del agua en el terreno.

El principal impacto a la hidrología se daría como consecuencia de la alteración del relieve, lo cual propiciaría la exposición de superficies susceptibles a procesos erosivos, ocasionando el arrastre de enormes cantidades de sedimentos que podría provocar severas modificaciones a la red hidrográfica del entorno. Este impacto, no sería ocasionado en su totalidad por obras de construcción, sino también por el mal manejo y disposición de materiales, ya que al formar la estructura del terraplén, estos materiales podrían derramarse hacia los escurrimientos.

El impacto se observará cuando se construya cada una de las obras de drenaje menor, ya que el flujo del agua no será obstruido en su totalidad; es decir se obstruirá de manera parcial, dependiendo de las dimensiones de cada una de las obras.

La conformación de terracerías y la construcción de obras menores puede alterar o desviar cauces de escurrimientos ocasionando la disminución de la recarga vertical. En la atapa del desmante a lo largo de la franja delimitada por la línea de cerros, se disminuirá la capacidad de infiltración del agua por la pérdida de cobertura vegetal, ya que las raíces de esta sirven como vías para conducir el agua, además funcionar como retenedoras de humedad.

La consecuencia hidrológica más evidente de la construcción de infraestructura carretera es el efecto barrera. Las carreteras se convierten en una red de barreras hidrológicas longitudinales que modifican la dinámica hidrológica superficial, lo cual produce la intercepción, desviación y descarga concentrada de la escorrentía.

Otro efecto es la formación de encharcamientos debidos a ese mismo efecto barrera, que de igual forma lo ocasiona la infraestructura al interceptar las líneas de flujo de circulación hidrológica (tanto superficial como subterránea).

Dentro de las medidas de mitigación contempladas para este proyecto se llevara a cabo la restauración de las zonas afectadas, por lo que para cada escurrimiento se realizará una obra de drenaje correspondiente; el resto del agua que sea interceptada



por el cuerpo y la que se escurra por la carpeta asfáltica será captada o infiltrada en las zonas aledañas dentro del derecho de vía y que serán restauradas de forma integral.

Tabla V. 14. Impactos a la Hidrología-Escurreimientos naturales/calidad del agua

Factor ambiental	Escurreimientos naturales/calidad del agua	
Acción del proyecto	Preparación de sitio	Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmonte Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización) Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
Componente ambiental	Hidrología	
Nombre del impacto	Contaminación y obstrucción de cauces	
Naturaleza del impacto	Adversa	
Índice del impacto	Alto	

Descripción del impacto:

Las actividades derivadas de la preparación del sitio y construcción implicaran el incremento de residuos sólidos generados por la actividad humana y de material, lo cual puede contaminar los cauces naturales.

El material suelto generado por la excavación o el acarreo de materiales es arrastrado fácilmente por las escorrentías para depositarse en los arroyos lo que favorecería la lixiviación de sustancias como hidrocarburos, aceites y residuos orgánicos, esto afectaría el manto freático provocando la contaminación de los acuíferos, por lo que debe ponerse especial atención en el manejo de estas sustancias ya que el proceso de regeneración de los acuíferos requiere de un largo periodo de tiempo.

Tabla V. 15. Impactos al paisaje-Cualidades paisajísticas

Factor ambiental	Cualidades paisajísticas	
Acción del proyecto	Preparación de sitio	Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmonte Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización) Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
Componente ambiental	Paisaje	
Nombre del impacto	Modificación de las cualidades naturales del Paisaje	
Naturaleza del impacto	Adversa	
Índice del impacto	Moderado	



Durante la ejecución de las actividades de Instalación de Obras Complementarias, el desmonte y el Despalme en la etapa de Preparación del Sitio y durante la actividad de Cortes y Terraplenes durante la etapa de Construcción, la calidad del paisaje se verá disminuida en virtud de que se apreciará una franja de nula vegetación por frente de trabajo respecto a la vegetación de las superficies adicionales al derecho de vía. Por tal motivo el apilamiento y acamellonamiento de los materiales que resulten de esta actividad provocarán el deterioro de la imagen del paisaje natural. Este impacto resulta de moderada a alto según la actividad del proyecto que se desarrolle, debido a que la zona presenta poca actividad humana. Mientras que se percibirá con menor intensidad en las zonas donde se desarrollan actividades humanas las cuales por ende desde su desarrollo afectaron las cualidades del paisaje natural.

IMPACTOS VEGETACIÓN

Derivado de la identificación de los impactos ambientales por etapa del proyecto, se determinó que para el componente vegetación se presentan dos principales factores que serán afectados directamente: la Densidad de la cubierta vegetal y la Abundancia y diversidad de especies nativas. Una vez determinados los factores los impactos a caracterizar son los siguientes:

- Disminución y/o pérdida de la cubierta vegetal
- Fragmentación del hábitat y efecto barrera y de borde
- Fácil acceso para ejecución de actividades ilícitas como tala de especies comerciales o protegidas
- Invasión de especies oportunistas

Estos impactos son adversos para la cubierta vegetal, su intensidad será variable dependiendo de la etapa donde se realicen, el mayor impacto será durante la etapa de Preparación del sitio, especialmente durante las actividades de desmonte y despalme. En esta caracterización se considera a la cubierta vegetal como asociación de los tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo, así como los componentes de valor estético y comercial que puedan estar contenidos en los diversos ecosistemas que muestra el SAR y por lo tanto el AP.

La caracterización a continuación está dividida por factor e impacto:

Factor ambiental: Densidad de la cubierta vegetal
Subfactor ambiental: Cubierta vegetal en el SAR
Etapas del proyecto: Desmonte Despalme
Impacto ambiental identificado: Disminución y/o pérdida de la cubierta vegetal

La realización del proyecto en la etapa de Preparación del sitio tendrá un evidente impacto negativo, cuando toda la cubierta vegetal sobre el trazo proyectado deberá ser removida para la realización de las etapas subsecuentes. Esta remoción conlleva reducir las áreas de la zona que aún conservan elementos nativos en ecosistemas naturales, si bien la mayoría de estos sitios presenta indicadores de perturbación, es importante mencionar que los estratos vegetales se verán fragmentados en su distribución natural, ya que algunas especies son de lento crecimiento, tal como los componentes de las familias de las cactáceas y las burseráceas. Estos elementos florísticos presentan una sinergia importante con los componentes faunísticos y climáticos, afectando varios ciclos naturales, como la misma propagación natural de las especies que serán removidas.

Aunado a esto, en la etapa de despalme, los componentes orgánicos que están en la capa superior del suelo serán retirados, en esta capa se presentan estructuras reproductivas en latencia, es decir, en el suelo orgánico están presentes semillas de los componentes naturales que serán retirados con esta capa superior para hacer la apertura del trazo del proyecto. Esto significa una pérdida para el ecosistema tanto en la restauración ecológica y sucesión, como de nutrientes orgánicos y minerales.

Por último, una vez que se termine el proceso constructivo, cuando se realice el desmantelamiento de obras provisionales se presenta un nuevo proceso de perturbación, toda vez que los ecosistemas están en continuo proceso de su dinámica ecológica, donde el crecimiento o propagación de la cubierta vegetal se renueva, lo cual impacta en los renuevos ya que muchos de ellos pudieran afectarse con los movimientos de maquinaria y personal. Sin mencionar que después del despalme, la contaminación por residuos sólidos urbanos es más común dentro de las áreas que antes eran inaccesibles por la densa cubierta vegetal.



Foto V. 1 Ejemplo de cubiertas vegetales presentes en el Área del Proyecto. Bosque espinoso en cadenamiento 274+000; Vegetación secundaria de Bosque de Pino – Encino en cadenamiento 279+000; Selva baja caducifolia en condición secundaria presente en el cadenamiento 302+000; Matorral micrófilo en el cadenamiento 274+000.

Factor ambiental: Densidad de la cubierta vegetal
Subfactor ambiental: Ecosistema
Etapas del proyecto: Desmonte



Despalme

Impacto ambiental identificado: Fragmentación del hábitat y efecto barrera y de borde

Durante las primeras etapas del proyecto, se llevan a cabo dos actividades de las que más afectan la constitución natural de un ecosistema, el desmonte y el despalme. La vegetación es el factor faltante que se hace más evidente, ya que una vez retirada la cobertura de los elementos arbóreo y arbustivo, se ven afectadas muchas especies herbáceas y se hace más factible encontrar elementos que antes no eran perceptibles a primera vista como las cactáceas, que contrario de lo que se piensa, están íntimamente relacionadas con los otros estratos más altos, ya que les confieren protección tanto de posibles depredadores como aves y otros cordados, como nodrizas de sombra que es necesario especialmente en las primeras etapas de crecimiento de la planta, así como de humedad y retención de materia orgánica. Estos procesos hacen de la composición florística una compleja red de sinergismos y mutualismos entre diversas especies que se encuentran en los nichos ecológicos que los componen de forma natural. Asimismo, la diversidad de las especies encontradas se ve amenazada con el retiro de elementos al reducir los elementos nativos de un ecosistema, propiciando la extracción de plantas de forma ilegal y la tala de especies comerciales, esto impacta de forma directa en la composición de un bioma ya que los ciclos reproductivos depende mucho de la disponibilidad de individuos potenciales, una vez retirados los elementos en etapas maduras se retrasa los propios procesos de restauración ecológica que se suceden de forma continua, donde las especies que cuentan con pocos elementos para la perpetuación se ven desplazados por aquellos que son de rápida regeneración, alterando las dominancias y la competencia por los nutrientes.

Esto también aumenta al retirar el contenido de germoplasma en los suelos cuando retiran los primeros horizontes del suelo, que es donde se encuentran contenidos con la materia orgánica, como mecanismo de propagación.



Foto V. 2 Sitios con fragmentación del hábitat y efecto barrera en el SAR.

Factor ambiental: Diversidad y abundancia
Subfactor ambiental: Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y comerciales
Etapas del proyecto: Desmonte Despalme
Impacto ambiental identificado: Fácil acceso para ejecución de actividades ilícitas como tala de especies comerciales o protegidas



Una vez que empiezan las actividades de desmonte, las acciones de recolección y colecta ilegal de plantas y especies maderables (en su mayoría) son muy comunes, ya que se tiene un mayor acceso y se vulnera la protección natural de las especies que son consideradas importantes por el valor económico que se puede obtener al comercializarlas en la zona. La familia que más afectada es por estas actividades de comercialización es la de las cactáceas, seguido de cerca por las orquídeas y las bromelias, todas poseen un alto valor estético por lo que no es raro ver su comercio en los mercados y zonas urbanas cercanas donde son rematadas. Buena parte de las especies de estas familias están sujetas a diversos niveles de protección tanto a nivel nacional (Especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010) como en instrumentos internacionales (CITES y IUCN).

Una vez que se retiran elementos arbóreos, se ha visto que los pobladores aprovechan para hacer extracción de madera para uso doméstico o comercial, ya sea como leña, para elaboración de artesanías (como es el caso de algunas especies de burseras) o como polines. También es común que estas actividades no solo se restrinjan al área del proyecto, sino aumentando la zona de impacto al tener acceso a zonas que antes no se podía entrar por la presencia de algunas especies espinosas o por la presencia de fauna que puede presentar accidentes como mordeduras o encuentros fortuitos indeseados. Otro impacto negativo es que los incendios forestales tienen mayor latencia, por dos principales actividades: la generación de carbón vegetal en el sitio y la otra es que una vez que se tiene acceso a estas áreas, una de las costumbres que no se ha podido cambiar en los usos de los pobladores, es la quema de hierba para poder talar o extraer más individuos, lo cual deriva en un alto porcentaje en incendios fuera de control, desapareciendo grandes extensiones de ecosistemas y llevando a una vulnerabilidad que puede erradicar un tipo de vegetación.

La extracción de especies nativas merma directamente en la diversidad del ecosistema ya que no es factible reponer esta pérdida de información genética, disminuyendo el potencial de la especie dentro de las competencias por su nicho. Lo cual puede derivar en la desaparición total de una especie en un área.

Tabla V. 3 Especies vegetales de importancia ecológica en el SAR

Tipos de vegetación	Matorral Microfilo y Matorral sarco crassicaule	Bosque espinoso	SBC	Bosque de Pino - Encino
Especies por considerar	<i>Nolina parviflora</i> <i>Opuntia tomentosa</i> <i>Plumeria rubra</i> <i>Bursera bipinnata</i> <i>Agave potatorum</i> <i>Agave karwinskii</i>	<i>Agave angustifolia</i> <i>Opuntia depressa</i> <i>Prosopis laevigata</i> <i>Stenocereus griseus</i> <i>Stenocereus stellatus</i> <i>Prosopis laevigata</i>	<i>Agave angustifolia</i> <i>Bursera graveolens</i> <i>Catopsis compacta</i> <i>Cnidocolus multilobus</i> <i>Lysiloma acapulcense</i> <i>Mammillaria karwinskiana</i> <i>Opuntia tomentosa</i> <i>Prosopis laevigata</i> <i>Stenocereus stellatus</i>	<i>Bursera bipinnata</i> <i>Bursera excelsa</i> <i>Pinus devoniana</i> <i>Quercus sp.</i>

Factor ambiental: Diversidad y abundancia
Subfactor ambiental: Especies oportunistas
Etapas del proyecto: Desmonte

Despalme

Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas

Impacto ambiental identificado: Invasión de especies oportunistas

Los ecosistemas una vez que son impactados entran en procesos ecológicos que ayuden en su regeneración, uno de estos procesos es la sucesión ecológica, donde las áreas desprovistas de vegetación se convierten en laboratorios naturales donde las especies pioneras, que poseen una mayor resiliencia en su comportamiento y necesidad de condiciones específicas, estas especies tienen un nicho ecológico muy importante ya que son las primeras contenedoras de suelos, así como nitrificadoras y generan una nueva capa orgánica en los suelos. Sin embargo, con el paso de las diversas etapas históricas, se han introducido poco a poco especies que son más violentas y difíciles de erradicar en los ecosistemas mexicanos, gran parte de ellas evitan que la sucesión ecológica siga su curso, manteniendo las condiciones que son adecuadas para su proliferación, es cuando las especies nativas se ven desplazadas por otras mejor adaptadas y con mecanismos de defensa para los cuales no se pueden adaptar. Las áreas cercanas a núcleos poblacionales o zonas urbanas son las que más incidencia de especies introducidas presenta, esto por la cantidad de pobladores que han dejado especies en medios naturales o por simples procesos de propagación de semillas naturales (viento, agua, polinizadores, etc.).

Esto es evidente en las orillas de carreteras, donde los pastos proliferantes y dominantes son de origen africano, a nivel nacional se cuenta con esta misma problemática. Otras especies son el ricino, los eucaliptos, la jacaranda y una lista muy extensa.



Foto V. 4 Especies vegetales oportunistas dentro del SAR.

IMPACTOS FAUNA

Tabla V. 16. Principales impactos y sus medidas de mitigación

Componente ambiental	Factor ambiental	Subfactor ambiental	Impacto ambiental	Etapa			Medidas de mitigación
				Preparación	Construcción	Operación y Mantenimiento	
FAUNA	Diversidad y abundancia de especies.	Hábitat de la Fauna	Pérdida y/o transformación del hábitat				I III
		Patrones de desplazamiento	Efecto barrera (cambio en los patrones de movimiento)				III V
		Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Efecto de borde				III
		Poblaciones faunísticas	Maltrato y/o muerte de individuos				II IV V VI

- I. Respetar las áreas autorizadas por la SEMARNAT para realizar las actividades de desmonte y despalme.
- II. Concientización del personal.
- III. Ejecución de un programa de reforestación aunado a la revegetación con especies vegetales nativas en superficies susceptibles de serlo considerando cortes de terraplén y talud.
- IV. Ejecución de programa de rescate y reubicación de fauna.
- V. Construcción y/o adecuación de obras de drenaje como pasos de fauna.
- VI. Colocación de señalética que indique el paso de fauna y prohíba su cacería.

A lo largo del Derecho de vía se registró la presencia de la Lagartija Espinosa del Mezquite (*Sceloporus grammicus*), especie con Protección especial (Pr), de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y durante las actividades de desmonte, despalme y operación de la obra, esta podría presentar una afectación directa por causa del efecto borde, efecto barrera, caza, tráfico ilegal y/o atropellamiento, de aquí la importancia de aplicar de manera adecuada las respectivas medidas de mitigación.

Pérdida y/o transformación del hábitat

La apertura de una carretera dentro de cualquier tipo de ecosistema deriva en un cambio significativo en la calidad del hábitat, presentándose de manera inevitable variaciones en la abundancia y disponibilidad del alimento, competencias inter e intraespecíficas, reducción de sitios de refugio, y en general cambios en la dinámica de flujo de energía y materia del sistema, lo que repercute de manera negativa sobre el ecosistema alterado.

Este impacto será significativo durante las actividades de desmonte y despalme del terreno correspondientes a la etapa de preparación del sitio debido a que se realizará la remoción total de la vegetación a lo largo de la línea de ceros del proyecto, lo que provocará un cambio en la estructura, abundancia y presencia de especies de fauna.

Para la construcción del Libramiento Sur de Oaxaca, con una Longitud de 67.5 km, será necesario realizar cortes y terraplenes, lo cual culminará en cierto grado y de manera puntual con la modificación de la topografía del lugar, afectando principalmente aquellas especies poco vágiles y de ámbitos hogareños pequeños como es el caso de la herpetofauna (Huico Pinto del Noreste, *Aspidocelis gularis*; Lagartija Espinosa del Mezquite, *Sceloporus grammicus* y Lagartija Espinosa del Pacífico, *Sceloporus horridus*), y el Conejo de Monte (*Silvilagus cunicularius*); por su parte esta modificación permitirá la aparición o aumento de las poblaciones de especies oportunistas como es el caso de la Paloma Domestica (*Columba livia*), del Gorrión Doméstico (*Passer domesticus*), el Zanate Mexicano (*Quiscalus mexicanus*), el Tordo Ojo Rojo (*Molothrus aeneus*), entre otras o ausencia de ciertas especies poco tolerantes a la transformación del hábitat y actividades antropogénicas como es el caso de la mayoría de las aves canoras. Lo mismo sucederá con la construcción de obras mayores e implementación de la estructura vial, lo cual insertaran nuevos elementos al paisaje. Una vez culminada la construcción del presente proyecto, este pasará a ser de manera permanente un nuevo elemento inserto en el medio.

Es prescindible mencionar que gran parte de la superficie por donde cruzará el presente proyecto, ya presenta una fuerte modificación del hábitat al haberse dado la conversión de áreas boscosas a superficies de terrenos con usos agrícolas y pecuarios, no obstante, este impacto será más significativo entre los cadenamientos km 237+000 al 261+000 en donde aún se aprecia una continuidad de la comunidad vegetal (Figura V. 2).



Figura V. 2. Vista panorámica de algunas superficies a afectar por la presente obra carretera en donde se aprecia la continuidad de la vegetación.



Efecto barrera

Uno de los impactos derivados de la construcción de una infraestructura carretera, es la alteración del libre flujo de la fauna silvestre a lo largo de un continuo paisajístico. Dicho impedimento del paso puede ser parcial y en ocasiones total lo que pone en riesgo la variabilidad de las poblaciones de fauna principalmente de aquellas especies que presentan poca movilidad o ámbitos hogareños pequeños al no presentar la posibilidad física para salvar la infraestructura y/o la aversión del animal a aproximarse o a cruzar la misma. Este impacto se presentará desde la etapa de preparación del sitio con las actividades de despalle y desmonte, pero será más significativo durante la etapa de operación y mantenimiento de la estructura vial, ya que en una primera etapa se contempla la construcción de una sección tipo A2 con corona de 12 metros de ancho la cual contará con dos carriles de 3.5 metros de ancho cada uno, un carril en cada sentido sin franja central y con acotamientos de 2.5 metros de ancho, el derecho de vía será de 60 metros de ancho. Después de operar un año iniciará la construcción de la segunda etapa del proyecto la cual consiste en la ampliación del ancho de corona convirtiendo la sección en una sección tipo A4 agregando una faja central de 2 metros de ancho y dos carriles de 3.5 metros de ancho cada uno y recorriendo el acotamiento lateral izquierdo para conformar un ancho de calzada de 21 metros de ancho.

Durante las actividades de desmonte y despalle las especies mayormente afectadas serán aquellas que presentan una dependencia de la cobertura vegetal como es el caso de los reptiles hallados en el área del proyecto (Huico Pinto del Noreste, *Aspidocelis gularis*; Lagartija Espinosa del Mezquite, *Sceloporus grammicus* y Lagartija Espinosa del Pacífico, *Sceloporus horridus*), sin embargo, en la etapa de operación y mantenimiento las especies que se afectaran aparte de los reptiles serán el Coyote (*Canis latrans*), el Lince americano (*Lynx rufus*), el Cacomixtle Norteño (*Bassariscus astutus*), el Conejo de Monte, *Sylvilagus cunicularius*, y el Correcaminos Tropical (*Geococcyx velox*).

Efecto borde

La construcción de una vialidad trae de manera inherente un impacto negativo al fragmentar a un ecosistema, en donde las condiciones bióticas y abióticas en las inmediaciones del DV cambian abruptamente. Este fenómeno se denomina efecto borde y presentará sus derivaciones durante la etapa de preparación del sitio con el Desmonte y Despalle y persistirá de manera permanente durante la etapa de operación. Este efecto creará condiciones de mayor temperatura, menor humedad, mayor radiación y mayor susceptibilidad al viento trayendo como consecuencia cambios en la estructura florística del lugar, provocando el desplazamiento de fauna que requiere de condiciones ambientales específicas y el establecimiento de especies generalistas como es el caso de algunas aves como el Gorrión Doméstico (*Passer domesticus*), la Paloma Doméstica (*Columba livia*), el Zanate Mexicano (*Quiscalus mexicanus*), el Tordo de Ojos Rojos (*Molothrus aeneus*), entre otras, que encontrarán en el nuevo hábitat condiciones favorables para su supervivencia y reproducción y por ende desplazará a un mayor número de especies nativas con requerimientos de hábitat y alimentación más adaptables que las especies nativas, habiendo por consiguiente diferencias en la composición de especies. Aunque en el área de afectación o dentro del Sistema Ambiental Regional no se registraron la presencia de la Rata Negra (*Rattus rattus*) y el Sapo de Caña (*Rhinella marina*), son especies invasoras y generalista con amplia distribución en prácticamente todo el país por lo que al modificarse las condiciones ambientales naturales podrían invadir estas áreas afectadas compitiendo con las 12 especies de anfibios y 15 especies de roedores que tienen presencia potencial en el área de afectación.

El efecto borde presenta efectos hasta los 100 m hacia el interior del ecosistema, por lo que las especies mayormente afectadas serán aquellas que presentan baja capacidad de desplazamiento, hábitos fosoriales o con ámbitos hogareños reducidos ya



que no podrán escapar de las nuevas condiciones ambientales y no fácilmente podrán adecuarse a estas, como es el caso de la herpetofauna en general.

Maltrato y/o muerte de individuos

La caza y el tráfico ilícito de especies silvestres es uno de los factores que mayor decremento en la biodiversidad generan, sobre todo de aquellas especies con valor comercial u ornamental.

Durante las diversas etapas de preparación y construcción de la presente infraestructura lineal, se presentará este problema de caza ilegal y tráfico de especies por parte del personal que participe en las obras inherentes al proyecto, ya que al iniciarse el movimiento de materiales y la remoción de la cobertura vegetal se verá mayormente expuesta la fauna, trayendo como consecuencia que los trabajadores la cacen o capturen para llevársela, siendo los reptiles (Huico Pinto del Noreste, *Aspidocelis gularis*; Lagartija Espinosa del Mezquite, *Sceloporus grammicus* y Lagartija Espinosa del Pacífico, *Sceloporus horridus*); algunos mamíferos (Coyote, *Canis latrans*; Lince Americano, *Lynx Rufus*; Cacomixtle Norteño, *Bassariscus astutus* y Conejo de Monte, *Sylvilagus cunicularius*), y las aves de ornato y de presa (Tortolita Cola Larga, *Columbina inca*; Paloma Alas Blancas, *Zenaida asiática*; Colibrí Opaco, *Cynanthus sordidus*; Carpintero Bellotero, *Melanerpes formicivorus*; Caracara Quebrantahuesos, Caracara *cheriwa*, Centzontle Tropical, *Mimus gilvus*), registrados en el área de afectación las mayormente impactadas.

En este mismo sentido especies localizadas únicamente en el área de influencia o SAR podrían incursionar en algún momento dentro del área del proyecto y ser igualmente afectadas (Lagartija Arcoíris, *Holcosus undulatus*; Hojarasquera Rayada Parda, *Rhadinaea fulvivittis*; Tortolita Pico Rojo, *Columbina passerina*; Huilota Común, *Zenaida macroura*; Correcaminos Tropical, *Geococcyx velox*; Milano Cola Blanca, *Elanus leucurus*; Aguililla Negra Menor, *Buteogallus anthracinus*; Matraca del Desierto, *Campylorhynchus brunneicapillus*; Mirlo Dorso Canela, *Turdus rufopalliatu*; Calandria Castaña, *Pheucticus melanocephalus*; Puma, *Puma concolor*; y Venado Cola Blanca, *Odocoileus virginianus*).

De los impactos derivados por la construcción de un eje vial, el atropellamiento es el más fácil de identificar y podría ser el impacto que más repercusiones tiene sobre la abundancia de las especies, afectando de distinta forma a los diferentes grupos taxonómicos involucrados (reptiles, aves y mamíferos), esto debido a que otros factores intrínsecos a las condiciones del lugar y de la carretera pueden participar de manera conjunta.

Este impacto se presentará desde la etapa de preparación del sitio ya que las especies de hábitos cavadores, fosoriales o hipogeos, serán altamente susceptibles de atropello por la maquinaria inherente al despalme del terreno, no obstante, este impacto en dicha etapa será temporal, por lo que el presente impacto tendrá una mayor relevancia en la etapa de operación pues tendrá una duración permanente. Lo anterior, es debido a que la fauna cruzará por sus rutas de desplazamiento naturales que en su momento habrá interrumpido el cuerpo de la carretera, lo que ocasiona que, al momento de desplazarse las diferentes especies animales, éstas lo hagan por encima del de la carpeta asfaltada, quedando expuestas al atropello por los vehículos que transiten dicha carretera.



V.4.1. CALIFICACIÓN DE IMPACTOS CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Como ejercicio adicional a este Capítulo, en este Punto se incluyen todos los impactos presentados en el Punto V.2. y que fueron calificados con la metodología de Bojorquez, calificándolos de igual manera y con la misma metodología, pero considerando la aplicación de todas las medidas de mitigación que se describirán con detalle en el Capítulo VI.

Es importante mencionar que los impactos calificados con medidas de mitigación que se presentan en este apartado, en virtud de que posteriormente se presentan los impactos acumulativos y residuales y es preciso establecer que estos no se pueden definir de forma definitiva si no se analizan la viabilidad de cada medida de mitigación.

Como podrá observarse en las siguientes Tablas comparándolas con las presentadas en el Punto V.2, la mayoría de los impactos redujo su intensidad en una proporción que va del 14 % hasta un 60%, por lo que los Muy Altos y Altos con la aplicación de las medidas de mitigación se vuelven moderados; o los moderados resultan bajos por ejemplo. Cabe resaltar que no todas las variables se pueden controlar (como los efectos naturales: lluvias torrenciales que aunque en menor medida pueden ocurrir en la zona del Proyecto; o la movilidad de la fauna que aun habiendo pasos de fauna, podría no cruzar a través de ellos, por lo que se incurre en medidas adicionales como la señalización preventiva). No obstante también se deben prever los de incidencia temporal, los cuales una vez de fin a la actividad que los provoca, dicho impacto desaparece del ambiente como los provocados a la calidad del aire y nivel de ruido.

Habiendo explicado lo anterior, se hace la mención de nueva cuenta que en este Proyecto se identificaron 102 Impactos (interacciones) que ocurrirán por las obras y actividades del Proyecto en todas sus etapas (preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento); los cuales ocurren con menor o mayor intensidad a lo largo del Trazo del Proyecto del Libramiento.

La Matriz de Impactos considerando las Medidas de Mitigación se incluyen en el Anexo VI.1., para su consulta. Ver Tablas siguiente

V.4 IMPACTOS RESIDUALES Y ACUMULATIVOS

Los impactos acumulativos son aquellos que se suman a los impactos ambientales que ocurrieron en el pasado o están ocurriendo en el presente y que no necesariamente, son provocados por la misma actividad a la que refiere el presente Proyecto que es de una vía de comunicación. A diferencia del impacto acumulativo, el impacto residual es el que persiste aun cuando se implementen medidas de mitigación. Para establecer los impactos residuales de este Proyecto, se tomaron los impactos que después de calificarlos aplicando la(s) medida(s) correspondiente(s) de control. Prevención, mitigación y/o compensación resultaron moderados y altos (impacto significativo). De los cuales resultaron los que se muestran en la siguiente Tabla V.18. En este sentido mediante un análisis del efecto acumulativo que se evalúa en la metodología de Bojorquez a continuación se establece el efecto acumulativo por impacto identificado en el Proyecto.

En dicha Tabla se presentan los impactos más significativos durante la evaluación de impactos (los que obtuvieron valores de Moderados, Altos y Muy Altos), a partir de aquí, se englobaron por factor ambiental, con el objeto de identificar el valor y con ello el efecto acumulativo. Los resultados que se obtuvieron fueron:

Tabla V. 18. Efecto acumulativo de cada uno de los impactos ambientales, una vez se apliquen las medidas de mitigación

Componente Ambiental	Nombre del Impacto Ambiental	Efecto Acumulativo del Impacto
Calidad del aire y nivel de ruido	1.- Incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas y/o contaminantes	Nulo a Bajo
	2.- Incremento en los niveles de ruido	Nulo a Bajo
Recurso Edáfico	3.- Pérdida del Recurso Edáfico por exposición a procesos erosivos	Bajo
Calidad del Suelo	4.- Afectación de la Propiedades Físico-químicas del suelo	Bajo
Relieve y Topografía del terreno	5.- Modificación del relieve original por cortes de terreno/taludes	Bajo a Moderado
Patrón de drenaje	6.- Alteración de la red de drenaje natural	Moderado
Cualidades naturales del Paisaje	7.- Modificación de las cualidades del paisaje	Bajo a Moderado
Cubierta vegetal	9.- Disminución de cobertura vegetal	Moderado
	10.- Pérdida de diversidad	Moderado
	11.- Pérdida de servicios ambientales	Moderado
	12.- Generación de residuos producto del desmonte	Bajo
	13.- Amenaza a especies protegidas	Moderado
Hábitat de la Fauna Poblaciones faunísticas Distribución espacial de especies faunísticas	14.- Perdida y fragmentación del hábitat para la fauna	Moderado
	15.- Efecto barrera y afectación a las rutas de desplazamiento de la fauna	Moderado



Componente Ambiental	Nombre del Impacto Ambiental	Efecto Acumulativo del Impacto
	16.- Afectación a las poblaciones de fauna silvestre por atropello	Moderado
	17.- Afectación a las poblaciones de fauna silvestre por aprovechamiento ilegal	Moderado
	18.- Modificación en las densidades poblacionales de algunas especies de fauna por el efecto de borde	Moderado
Ampliación de servicios básicos	21.- Generación de Residuos Sólidos Urbanos (no peligrosos) y de Aguas Residuales	Bajo

Por último es importante mencionar que en todo proyecto existen impactos que se suman a los efectos de muchas otras actividades que realiza el humano y muchos otros que llegan a persistir en el ambiente, por lo cual es de gran importancia que sean aplicadas las medidas de control, prevención, mitigación y/o compensación que se diseñaron específicamente para este proyecto después del proceso de identificación de los impactos ambientales y que se pueden consultar de forma amplia en el siguiente Capítulo de este estudio.

CONSULTA PÚBLICA



VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CONTENIDO

FUNDAMENTO JURÍDICO.....	1
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental	2
VI.1.1 Descripción de las Medidas de Mitigación	2
MEDIDAS DE MITIGACIÓN MEDIO FISICO	6
VII.1.1.1 Buenas Prácticas Ambientales.....	32
VI.2 Programa de vigilancia ambiental.....	47
VI.3 Seguimiento y control (monitoreo).....	¡Error! Marcador no definido.
VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI 1. Principales impactos y sus medidas de mitigación.....	26
Tabla VI 2. Ejemplo del formato de la Ficha Técnica de Manejo Ambiental	49
Tabla VI 3. Ejemplo del formato de la Bitácora de Trabajo	51

ÍNDICE DE FOTOS

Foto VI. 1 Ejemplo de la impartición de la campaña de concientización ambiental al personal de obra.....	36
Foto VI. 2 Ejemplo de la buena disposición de los residuos sólidos. A) Contenedores adecuados para el confinamiento temporal de los residuos sólidos urbanos generados; B) Buenas prácticas por parte de los trabajadores de la obra.....	37
Foto VI. 3 Recolección de residuos sólidos urbanos por la empresa contratada para ello.....	37
Foto VI. 4 A) Ejemplo del manejo de residuos de desmonte; B) Ejemplo de manejo de residuos de desmonte. Los residuos vegetales fueron colocados en un sitio para conformar una composta y posteriormente integrarlo a las labores de un vivero para mantenimiento de vegetación rescatada.....	38
Foto VI. 5 Troceado de los individuos arbóreos	38
Foto VI. 6 Almacenamiento de residuos vegetales	38
Foto VI. 7 Picado de ramas producto del desmonte	39



Foto VI. 8 Incorporación de material vegetal al suelo producto del despalme.	39
Foto VI. 9 Sitio de acopio y almacenamiento temporal de residuos peligrosos, en donde se indica el tipo de material resguardado en el área y extintor señalado adecuadamente.	40
Foto VI. 10 A) Uso de equipo de protección personal, necesario para realizar sus labores; B) Botiquín de primeros auxilios. .	41
Foto VI. 11 Ejemplo de carga de combustible <i>in situ</i> . A) Llenado de gasolina de una bomba para extraer el agua, debajo lado izquierdo se puede observar el uso de una lona para prevenir posibles derrames de combustibles sobre el suelo; B) Carga de diésel a un vibro compactador usando una lona sobre el suelo natural para evitar posibles derrames de combustible y el uso de equipo de protección personal adecuado	43
Foto VI. 12 A) Sanitario portátil; B) Colecta de aguas sanitarias.	45

CONSULTA PÚBLICA



FUNDAMENTO JURÍDICO

Este capítulo se describe en función de lo que establece la Fracción VI "Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional". La Fracción IV del Artículo 13 del REIA, establece que la MIA-R debe contener las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados para el proyecto, en este sentido, se propondrán las medidas correspondientes y ambientalmente viables de llevarse a cabo, para prevenir, controlar, minimizar, restaurar y/o compensar el nivel de impacto ambiental que se pudiera ocasionar por el desarrollo del proyecto.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su CAPÍTULO I, ARTÍCULO 3, Fracción XIII y XIV se consideran las siguientes definiciones:

XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el PROMOVENTE para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el PROMOVENTE para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.



VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra “Mitigación” buscan moderar, atenuar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

- A. **de Prevención.-** aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- B. **de Mitigación.-** aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- C. **de Restauración.-** acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- D. **de Compensación.-** acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias y deben atenderse en todas las etapas del proyecto.

En este capítulo se presentan las principales medidas que se deberán practicar a fin de maximizar la compatibilidad del proyecto en su ambiente biótico, físico y socioeconómico.

De acuerdo con la descripción de los tipos de medidas realizada en el anterior apartado, para este proyecto se consideró dividir las medidas de los impactos generales y que ocurren por la ejecución de cualquier obra de construcción y las medidas de los impactos significativos considerados en el Capítulo V de este documento.

Las medidas a implementar por el Promovente y/o contratista, deberán estar acordes al nivel de importancia del impacto, tratando de evitar aquellos severos y críticos o en su defecto priorizando las acciones para contrarrestarlos, sin que ello signifique que no se implementen las medidas necesarias para los impactos restantes.

VI.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación por impacto ambiental identificado en el Proyecto se pueden consultar en la siguiente Tabla.

Tabla VI. 1 Listado de Medidas de Mitigación por Componente y Factor Ambiental probablemente impactado

Componente Impactado	Factor Impactado	Impacto Ambiental Adverso	Medidas de Control, Prevención, Mitigación y/o Compensación a aplicarse
ATMÓSFERA (AIRE, RUIDO)	Calidad del aire	Contaminación atmosférica por gases y polvos.	→ Control de emisiones y partículas suspendidas mediante: La aplicación de un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo a la maquinaria, equipos y vehículos usados en las etapas de implementación del Proyecto Verificación de vehículos según el programa respectivo aplicable en la zona Riego de superficies para evitar la dispersión de partículas Mantenimiento periódico de la carpeta asfáltica del Proyecto durante la etapa de Operación y Mantenimiento
	Nivel de Ruido	Contaminación acústica	→ Control de ruidos: Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo a la maquinaria, equipos y vehículos usados en las etapas de implementación del Proyecto para su buen funcionamiento Cierre de escapes Funcionamiento programado de la maquinaria y equipos Uso de equipo de protección personal (tapones auditivos)
GEOMORFOLOGÍA	Relieve y geoformas	Modificación al relieve original	→ Estabilización mecánica de taludes y terraplenes según proyecto → Implementación del Programa de Reforestación con especies nativas de la región (el cual incluirá acciones de revegetación en el DDV) → Implementación del Programa de Restauración Ecológica → Implementación del Programa de Conservación y Protección a los Componentes Hídricos
HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Escurrimientos naturales y/o cuerpos de agua	Modificación del patrón natural de drenaje y escorrentías	→ Construcción de Obras de drenaje mayores y menores para el libre flujo del agua → Limpieza y protección de cauces, mediante la implementación del Programa de Conservación y Protección a los Componentes Hídricos → Mantenimiento y desazolve periódico en la etapa de Operación y Mantenimiento de obras de drenaje
		Contaminación y obstrucción de cauces	→ Implementación de buenas prácticas ambientales evitando lavados o derrames de cualquier tipo en cauces. → Procedimiento para el Manejo Integral de los Residuos (Manejo de RSU, RME y RP) → Instalación de servicios sanitarios adecuados (sanitarios móviles) → Control de derrames de asfalto

Componente Impactado	Factor Impactado	Impacto Ambiental Adverso	Medidas de Control, Prevención, Mitigación y/o Compensación a aplicarse
SUELO	Características físico-químicas	Modificación de las cualidades físicoquímicas del suelo	→ Control de actividades del desmote y despalme → Manejo de residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial
	Calidad del suelo	Pérdida de cubierta edáfica (recurso) Contaminación por dispersión de residuos y contacto o derrames de residuos peligrosos líquidos	→ Control de acciones de desmote y despalme (delimitación de áreas y programación de actividades de acuerdo con programa de obra) → Implementación del Programa de Conservación de Suelos → Estabilización de taludes y terraplenes → Implementación de acciones para el manejo integral de los residuos
PAISAJE	Cualidades paisajísticas	Modificación de las cualidades naturales del Paisaje	→ Manejo de residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial → Buenas prácticas ambientales
FAUNA	Diversidad y abundancia de especies. Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Pérdida y transformación del hábitat	→ Construcción de Pasos de Fauna → Programa de reforestación → Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre → Colocación de señalamientos informativos, preventivos para evitar atropello de fauna → Sensibilización ambiental del personal → Supervisión ambiental
		Efecto barrera (cambio en los patrones de movimiento)	
		Efecto de borde	
	Caza y tráfico de especies		
Hábitats (refugios, alimentación, etc.)	Atropello y afectación directa a organismos		
VEGETACIÓN	Cubierta vegetal y especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Fragmentación del hábitat y efecto barrera y de borde	→ Selección de sitios dentro del derecho de vía → Implementación del Programa de Rescate y reubicación de Flora Silvestre (particularmente de la especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas), Instalación de vivero local → Rehabilitación de sitios usados provisionalmente → Implementación del Programa de Restauración Ecológica → Acciones de Reforestación con especies nativas de la zona (incluye la revegetación del DDV) → Sensibilización ambiental del personal → Supervisión ambiental
		Disminución y/o pérdida de cubierta vegetal (diversidad y abundancia de especies o comunidades).	
		Fácil acceso para ejecución de actividades ilícitas como tala de especies comerciales o protegidas	
		Invasión de especies oportunistas	
SOCIOECONÓMICOS	Empleo	Generación de empleos	Impacto Positivo. Sin medida
	Bienes y servicios	Incremento de la oferta y demanda de bienes y servicios	Impacto Positivo. Sin medida
	Conectividad	Mejora de la conectividad regional del valle central de Oaxaca	Impacto Positivo. Sin medida
	Seguridad vial	Mayor seguridad vial	Impacto Positivo. Sin medida

Componente Impactado	Factor Impactado	Impacto Ambiental Adverso	Medidas de Control, Prevención, Mitigación y/o Compensación a aplicarse
	Tenencia de la tierra	Posible inconformidad entre vecinos por el tema de liberación del derecho de vía	→ Mantener reglas claras de indemnización en conformidad con la ley aplicable y total transparencia durante la liberación del DDV
	Población	Alteración de patrones conductuales y de la dinámica poblacional	→ Aviso previo y oportuno del cierre de caminos existentes y de la realización de actividades de obra → Incorporación de pasos y requerimientos al proyecto → Planeación adecuada del crecimiento y posible urbanización entorno al Proyecto
PAISAJE	Calidad del Paisaje	Modificación de la imagen paisajística natural	→ Protección del paisaje → Implementación de acciones para la gestión y manejo integral de los residuos



MEDIDAS DE MITIGACIÓN MEDIO FISICO

Impacto	Contaminación atmosférica por gases y polvo	
Acción del proyecto	Preparación del sitio	Señalización preventiva y desvíos vehiculares en sitios de desplante de entronques Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmante Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Excavaciones, cortes y construcción de terraplenes Construcción de obras mayores (pasos vehiculares y puentes) Construcción de obras de drenaje menor (alcantarillas) Construcción de los Entronques de la 1ra Etapa del Proyecto Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización) Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
	Operación y mantenimiento	Tránsito de vehículos
Componente ambiental	Atmósfera	
Acciones propuestas	Control de emisiones de polvo y contaminantes	

Descripción de las medidas:

Control de emisiones de polvo y contaminantes. En las actividades de preparación del sitio y construcción se generan partículas suspendidas y/o polvos, producto de la remoción de la vegetación, el suelo y las rocas y el uso de vehículos, maquinaria y transportación de equipos y materiales.

Como medida de prevención se deberá cumplir lo que marca la NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Así mismo se tiene que atender lo establecido por la NOM-045-SEMARNAT-2006, la cual indica los límites máximos permisibles referentes a la opacidad del humo emitido por vehículos que usan como combustible el diésel. Además, los vehículos deberán contar con un programa de mantenimiento periódico y adecuado. La constructora no podrá darle mantenimiento directo en el sitio de la obra a sus vehículos automotores, se deberá contar con sitios asignados para ello dentro de la obra, donde también se deberá contar con una zona de disposición de tambos de aceite y otras para llantas, filtros y baterías producto de la sustitución hecha a las unidades vehiculares. Se debe llevar una bitácora con el registro de mantenimiento de cada vehículo y maquinaria pesada en la que se demuestren condiciones adecuadas de operación y su mantenimiento periódico.

Control de polvo. Si las obras se llevan a cabo durante la temporada menos lluviosa las partículas que se desagregan se vuelven volátiles por lo que se necesitará humedecer las superficies de trabajo y especialmente las cercanas a localidades rurales. En caso de ser necesario, se utilizará tapial en las zonas cercanas a las localidades para disminuir el impacto visual, el ruido, incrementar la seguridad y prevenir accidentes. Esta medida también es aplicable en todas las actividades que tengan



que ver con la circulación de vehículos y en zonas que tengan que ver con la remoción de suelo. Una medida adicional que se debe llevar a cabo, durante el transporte de materiales es cubrir los camiones con mantas o lonas para evitar que se derramen o caigan los materiales.

Localidad	Distancia al eje del proyecto (m)
El Roble, San Felipe Tejalapam	80
Luis Alonso León, San Jerónimo Tlacoahuaya	122

Impacto	Generación de ruido	
Acción del proyecto	Preparación del sitio	Señalización preventiva y desvíos vehiculares en sitios de desplante de entronques Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmante Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Excavaciones, cortes y construcción de terraplenes Construcción de obras mayores (pasos vehiculares y puentes) Construcción de obras de drenaje menor (alcantarillas) Construcción de los Entronques de la 1ra Etapa del Proyecto Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización) Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
	Operación y mantenimiento	Tránsito de vehículos
Componente ambiental	Atmósfera	
Acciones propuestas	Control de emisiones de ruido	

Descripción de la medida:

Control de emisiones de ruido. Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento, el ruido no puede ser totalmente mitigable para la población aledaña al eje del proyecto y el personal de obra, por lo que se sugiere a los organismos encargados de la construcción de la obra la correcta planeación del montaje y operación de los equipos y

maquinaria de acuerdo con la normatividad vigente, de tal forma que las fuentes que produzcan ruido excesivo disminuyan sus niveles de emisión.

Con referencia al ruido, es importante señalar que los vehículos empleados en cada una de las actividades que conforman el presente proyecto carretero, deben cumplir lo estipulado en la NOM-080SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores. Así mismo, es importante que los trabajadores usen tapones auditivos, con la finalidad de evitar algún problema de salud.

Por ningún motivo se deberán realizar estas actividades en horarios nocturnos principalmente con motosierras. Es importante mencionar que la vegetación será una barrera importante para lograr disipar el ruido generado por los motores de los vehículos y maquinaria, inclusive podría amortiguarlo, disminuyendo considerablemente el ruido, causando menos impacto en la población. Además la empresa que realiza las actividades de desmonte, despalme, cortes y terraplenes, construcción de obras mayores deberá proveer a su personal de equipos de protección contra ruidos y polvo.

Localidad	Distancia al eje del proyecto (m)
El Roble, San Felipe Tejalapam	80
Luis Alonso León, San Jerónimo Tlacoahuaya	122

Si bien, estas localidades se encuentran cercanas al proyecto, también se debe tener en cuenta que la vegetación y el relieve presente en la zona, además de la lejanía de algunas de estas, ayudaran a mitigar el ruido por lo que el impacto será poco significativo o nulo.

Impacto	Modificación de las cualidades fisicoquímicas del suelo	
Acción del proyecto	Preparación del sitio	Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmonte Despalme
	Construcción	Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
Componente ambiental	Suelo	
Medidas propuestas	1. Descompactación del suelo y reutilización del suelo en actividades de reforestación y revegetación.	

Descripción de las medidas:

Descompactación del suelo y reutilización del suelo en actividades de reforestación y revegetación. La compactación que se presenta en las zonas de afectación, como caminos de acceso y patios de maniobra, por el constante paso de vehículos y personal, tiene efectos negativos sobre las propiedades de los suelos como: cambios en la distribución y tamaño de los poros, disminución de la aireación del suelo, reorientación de los granos para formar una estructura más densa, incremento en la densidad aparente que dificulta el crecimiento radicular, disminuye la infiltración, restringe el intercambio gaseoso, promueve la erosión hídrica debido a que favorece la escorrentía superficial y la resistencia a la recarga hídrica, teniendo como consecuencia poca disponibilidad de nutrientes para las plantas y el desarrollo de microorganismos.



Por lo anterior es necesario realizar la descompactación (riparado) de los horizontes superficiales del suelo, con el fin de propiciar el establecimiento y desarrollo de especies vegetales que poblarán el suelo. Dicho procedimiento consiste en disgregar la superficie del suelo a una profundidad de 40 cm, permitiendo adquirir una condición suelta de los horizontes del suelo; se realizará con un escarificador de tal forma que al introducir los dientes se produzca un ripiado constante en toda la zona a descompactar disgregando los terrones y obteniendo agregados homogéneos. Las áreas donde se realizarán estas acciones es en los sitios que hayan sido afectados por el paso de maquinaria, fuera de la carretera y otros diferentes usos como patios de maniobras, almacenes, oficinas y caminos de acceso.

Una vez que se vaya a realizar la restauración y/o reforestación de zonas degradadas se deberá llevar a cabo la remoción del suelo acamellonado tendiéndolo de manera uniforme sobre estas, donde se promoverá la revegetación con el banco de semillas del suelo.

Incremento de la infiltración. Al cubrir con materiales la zona para construir la superficie de rodamiento, se disminuye la superficie de infiltración del agua; además, al obstaculizar los escurrimientos del agua se modifica su curso y en consecuencia se modifica también la tasa de infiltración. Este efecto no es mitigable pero puede lograrse una medida compensatoria si se favorece el establecimiento de una cubierta vegetal más abundante, respetando la composición florística natural, esa vegetación favorecerá la retención e infiltración del agua.

Hay que tomar en cuenta que, si bien con la construcción del proyecto se reducirá la superficie disponible para la infiltración de agua; si se aplican las medidas adecuadas, recomendadas en este apartado y los demás concernientes a suelos, vegetación y geomorfología e incluso del proyecto constructivo para llevar a cabo la restauración de las zonas afectadas, la tasa de infiltración no variara, ya que una vez construido el proyecto solo se perderá la superficie correspondiente a la línea de cerros, mas no la capacidad y cantidad de infiltración de los suelos y el agua en la zonas aledañas al cuerpo carretero. Algunas de estas medidas son: rescate y conservación del suelo, revegetación, estabilización de taludes, y construcción de obras de drenaje.

Impacto	Pérdida de cubierta edáfica (recurso)	
Acción del proyecto	Preparación del sitio	Desmonte Despalme
Componente ambiental	Suelo	
Medidas propuestas	Rescate y conservación de mantillo y suelo orgánico para la rehabilitación de zonas degradadas (Implementación del Programa de obras para conservación y restauración de suelo).	

Descripción de las medidas:

Las actividades relacionadas con la preparación del sitio producen un impacto directo sobre los componentes del ambiente, como son: el suelo, agua y organismos. El suelo se considera como un bien de carácter no renovable en términos de la escala temporal humana, debido a ello debe ser protegido para mantener sus propiedades y funciones en el largo plazo. Es un recurso básico para las actividades humanas y como sistema integrado incluye especies vegetales, animales y microorganismos diversos que interactúan mediante procesos físicos y biológicos. Estos procesos ayudan a mantener los ciclos de agua, energía y nutrientes que son la base de los ecosistemas. También actúa como un filtro para proteger y amortiguar a otros componentes del ecosistema de diversos daños o de la contaminación. Por lo que la mala aplicación de las medidas consideradas para la conservación del suelo conlleva a que este se degrade perdiendo sus propiedades físicas, químicas y biológicas.



De manera general se puede decir que las medidas de mitigación comprenden la realización de prácticas que incentiven el desarrollo de materia orgánica en el suelo, aumentando la infiltración y una cubierta vegetal eficaz. Como parte de las medidas de mitigación se tiene contemplado el rescate, conservación y reutilización del suelo, sobre todo del horizonte orgánico en zonas degradadas. Este horizonte, en algunas zonas de los diferentes tramos, será prioritario para su rescate debido al alto contenido de materia orgánica y nutrientes que puede aportar para la regeneración de la vegetación y el suelo mismo, y en otras zonas se llevara a cabo la estabilización de estos para evitar que los procesos erosivos pudieran llevar a la pérdida del recurso.

Rescate y conservación de mantillo y suelo orgánico para la rehabilitación de zonas degradadas. Para llevar a cabo el planteamiento de las medidas de mitigación hay que tomar en cuenta que la afectación edáfica por la construcción del Libramiento Sur Oaxaca se da principalmente por la pérdida del área donde será emplazado un nuevo cuerpo carretero. En esta área se realiza el despalle del horizonte orgánico del suelo y los horizontes minerales hasta donde sea necesario de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos.

El primer paso que se debe seguir para evitar que se incremente la erosión que pudiera afectar tanto la estabilidad de la carretera como del área circundante a ésta, es que el desmonte considere solamente la línea de ocupación directa por el proyecto y, en caso de ser necesarias, las áreas requeridas para la construcción de campamentos, almacenes, oficinas y patios de maniobra. Por tal motivo se deberá evitar desmontar superficies fuera de las mínimas necesarias para albergar estas instalaciones e infraestructura.

Debido a su alto contenido de materia orgánica los horizontes superficiales del suelo (H y Ah) deben ser prioritarios para su conservación y uso futuro, ya que almacenan nutrientes y un banco de semillas que sirven como regeneradoras y puede ser utilizado en los sitios donde se llevara a cabo la reforestación y/o restauración.

De acuerdo con la fotointerpretación realizada en oficina y el muestreo en campo, los suelos en los cuales se deberán aplicar estas medidas son los Phaeozems, Luvisoles y Vertisoles, ya que, en estos el horizonte orgánico oscila alrededor de los 30 cm de profundidad. Las áreas para la realización del rescate y conservación de suelos deberán ser puestas a consideración del especialista que ejecute las acciones, contemplando la capacidad de maniobra del personal y la maquinaria en la zona, ya que algunas se encuentran en zonas de pendientes altas o el espesor de la cubierta edáfica puede ser de pocos centímetros.

Recate de mantillo u hojarasca. La caída de hojarasca representa el mayor proceso de transferencia de nutrientes de las partes aéreas hacia el suelo. La hojarasca que cae al suelo forma un estrato orgánico conocido como mantillo, este estrato cubre el suelo y lo protege de los cambios de temperatura y de humedad, y también retorna elementos nutritivos en una cantidad importante. Por descomposición y mineralización de las sustancias orgánicas los elementos nutritivos son liberados a la solución del suelo y constituyen un abastecimiento para los propios árboles, además de servir de alimento a la fauna y flora heterótrofa.

Dado que el horizonte H (hojarasca) está formado por acumulación de material orgánico depositado en la superficie es recomendable coleccionar dicho material para ser incorporado posteriormente en las pilas que se conformarán con el suelo de rescate, o ser utilizado como sustrato para la propagación y reforestación; hay que tomar en cuenta que la zona generalmente presenta pendientes abruptas por lo que se debe llevar a cabo la selección de sitios de manera cuidadosa sin exponer al personal a un accidente.

Las zonas en las que se deberá realizar esta actividad son aquellas donde se presente vegetación natural, sin importar el tipo de suelo y donde la topografía del lugar lo permita. La colecta se realizará antes de que entre la brigada de desmonte, se hará



de forma manual con ayuda de escobas metálicas (arañas), el material obtenido será transportado en costales hacia los sitios donde se confine el suelo para la construcción de las pilas o a los sitios donde se le de tratamiento a los residuos domésticos. Esta actividad deberá estar supervisada por el especialista, de forma que sean respetados los límites del área de afectación del proyecto.

Rescate del suelo orgánico.

- Como primer medida, se debe realizar la limpieza del sitio donde se llevará a cabo el despalme del suelo, las zonas de maniobra o de afectación se deben limitar a las establecidas, por ningún motivo se deberán extender estas áreas más allá de las designadas para este fin.
- Previo al despalme se establecerán los sitios para el almacenamiento temporal del suelo orgánico, delimitando las áreas por medio de estacas, cinta preventiva, algún medio visual como letreros, etc. Los sitios más recomendables para llevar a cabo el almacenamiento del suelo son los costados del derecho de vía que no vayan a ser afectados por la construcción o en las zonas donde se llevara a cabo la restauración, que carezcan de vegetación y que preferentemente tengan una topografía plana o con una muy ligera pendiente. La cantidad de suelo que será emplazada en cada sitio será en base a la planeación que lleve a cabo el especialista.
- Se debe identificar la profundidad del horizonte fértil u orgánico (este por sus características edáficas debe ser prioritario para su conservación). Para este proyecto la profundidad del despalme deberá ser de la superficie hasta los 30 cm; en las zonas con suelos más profundos y en zonas con suelos más someros o pedregosos se llevará a cabo el despalme de acuerdo a la capacidad de maniobra de la maquinaria.
- La capa superficial del suelo orgánico será removida evitando hasta donde sea posible la compactación o alteración de sus propiedades.
- La remoción se hará desplazándolo con cuidado, y se recomienda colocarlo formando pilas trapezoidales, estas deberán tener una orientación paralela a la dirección predominante del viento, el tamaño recomendable es de 10 metros de largo, 4 metros de ancho y 2 metros máximo de altura, dejando entre cada pila un espacio de 4 metros, no obstante, las dimensiones variarán en función de la superficie y el material despalmado disponible para esta conservación dentro del área de la obra.
- El traslado y acopio del suelo se debe hacer en un terreno con buenas condiciones de drenaje superficial que tenga un mínimo riesgo de inundación y con protección de la erosión eólica e hídrica. Es recomendable implementar trampas de sedimentación para disminuir la cantidad de sólidos arrastrados en el periodo de lluvias.
- Es necesario resguardar el suelo apilado por medio de estacas con letreros, acordonamiento o colocando un cerco provisional que delimite esta área. Esto evitará afectaciones o mal uso del suelo y del espacio destinado para su resguardo. Debe evitarse que el suelo acamellonado sea utilizado como depósito de residuos inorgánicos y de materiales de construcción. De esta forma se fomentará y conservará de la mejor manera posible el suelo.
- Para proteger las pilas de suelo de la erosión y que conserve sus características de fertilidad, se debe colocar una cubierta protectora vegetal sobre la pila (abono verde) y realizar el intercalado de los materiales del desmonte con el suelo rescatado, pueden utilizarse también los restos de las zonas agrícolas y los pastizales.

Abonos verdes. El abono verde consiste en la incorporación al suelo de masa vegetal no descompuesta, con la finalidad de conservar y/o recuperar la productividad del mismo. Actualmente se conceptúa como abono verde a la utilización de plantas en rotación, sucesión y asociación, incorporándose al suelo o dejándose en la superficie ofreciendo protección, ya sea como un mantenimiento y/o recuperación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Los beneficios que presenta el uso de estos abonos son:



- Proteger la capa superficial del suelo contra las lluvias de alta intensidad, el sol y el viento.
- Mantiene elevadas tasas de infiltración de agua por el efecto combinado del sistema radicular y de la cobertura vegetal. Las raíces después de su descomposición dejan canales en el suelo y la cobertura evita una desagregación y sellado de la superficie y reduce la velocidad de la escorrentía.
- Promueve un considerable y continuo aporte de biomasa al suelo, de manera que mantiene e incluso eleva, a lo largo de los años, el contenido de materia orgánica.
- Atenúa la amplitud térmica y disminuye la evaporación del suelo, aumentando la disponibilidad de agua.
- Por medio del sistema radicular, rompe capas duras y promueve la aireación y estructuración del suelo, induciendo la preparación biológica del suelo.
- Promueve el reciclaje de nutrientes; el sistema radicular bien desarrollado tiene la capacidad de trasladar los nutrientes que se encuentran en capas profundas hacia las capas superficiales del suelo, poniéndolos a disposición de las plantas sucesoras.
- Disminuye la lixiviación de nutrientes; la ocurrencia de lluvias intensas y de precipitaciones elevadas normalmente induce a un intenso proceso de lixiviación de nutrientes. El abono verde, al retener nutrientes en la fitomasa y liberarlos de forma gradual durante la descomposición del tejido vegetal, atenúa este problema.
- Promueve la adición de nitrógeno al suelo a través de la fijación biológica de las leguminosas.
- El crecimiento de los abonos verdes y su descomposición activan el ciclo de muchas especies de macroorganismos y principalmente microorganismos del suelo, cuya actividad mejora la dinámica física y química del suelo.

Las principales características que deben ser observadas para la selección de los abonos verdes son:

- Presentar rápido crecimiento inicial (agresividad inicial) y eficiente cobertura del suelo; producción de elevadas cantidades de fitomasa (materia verde y seca); capacidad de reciclaje de nutrientes; facilidad de implantación y manejo en campo; presentar bajo nivel de ataque de plagas y enfermedades y no comportarse como planta hospedera.
- Presentar un sistema radicular profundo y bien desarrollado; ser de fácil manejo para su incorporación al suelo.
- Presentar tolerancia o resistencia a la sequía.
- Presentar tolerancia a la baja fertilidad y capacidad de adaptación a suelos degradados; se sugiere además: pertenecer a la familia de las leguminosas; poseer semillas de tamaño medio (1000 a 1500 semillas/kg.), aptas para germinar en suelo preparado convencionalmente; especies que produzcan plántulas robustas, capaces de soportar la inclemencia del tiempo; poseer semillas permeables al agua, lo que facilita la germinación; no ser plantas trepadoras, principalmente si fueran de ciclo perenne.

A pesar de requerir tantas características, esto no significa que cada especie deba cumplir todos estos requisitos. En realidad, dependiendo de la especie de abono verde algunos de los puntos pueden ser despreciados. Difícilmente una especie cumplirá al mismo tiempo con todos los requisitos mencionados anteriormente. Por esta razón, sólo algunas de estas características serán de importancia fundamental, siendo por lo tanto utilizadas como criterios de selección. Las especies serán seleccionadas, en conjunto, entre el especialista en suelos y de vegetación con el fin de elegir la más adecuada para cada zona.

Una vez que el suelo reúna estas condiciones, deberá permanecer así todo el tiempo que duren las obras de construcción y/o hasta su reaprovechamiento. Una vez que se vaya a realizar la reforestación o revegetación de los sitios, los suelos que se encuentran apilados servirán para llevar a cabo la rehabilitación de las zonas degradadas, la constructora de acuerdo al programa de reforestación elaborado para el proyecto se realizará la remoción del suelo y el tendido sobre las superficies de acuerdo con el especialista.

Impacto	Contaminación por dispersión de residuos y contacto o derrames de residuos peligrosos líquidos	
Acción del proyecto	Preparación del sitio	Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmante Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización) Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
Componente ambiental	Suelo	
Medidas propuestas	Prevención de la contaminación del Suelo.	

Descripción de medidas:

Las principales fuentes de contaminación de los suelos durante el desarrollo de infraestructura carretera, son el derrame de combustibles con alto contenido de contaminantes, especialmente los que contienen metales pesados como el plomo (Pb). El riesgo de que ocurran estos derrames y se propicie la contaminación de los suelos es permanente durante el tiempo que dure el proyecto e incluso una vez que se encuentre en operación. Para evitar posibles derrames de estos combustibles durante el desarrollo del proyecto se deberán adoptar una serie de medidas y procedimientos que reduzcan al mínimo la contaminación y degradación de los suelos en el área del proyecto. Hay que tomar en cuenta que en este caso no solo se contaminarían los suelos sino también otros factores como la vegetación, la fauna y la hidrología.

Prevención de la contaminación del Suelo:

- La recarga de combustible de vehículos se deberá de llevar a cabo preferentemente en estaciones de servicio destinadas para ello en los centros urbanos más cercanos.
- Si la recarga de combustible se tiene que hacer cerca del proyecto, ésta se deberá realizar dentro del área de instalaciones provisionales, éste deberá ser el mismo durante el tiempo que dure la obra. Para prevenir un posible derrame, el área de manipulación de combustibles debe estar rodeada por un pretil de contención sobre una losa preferentemente de concreto, ésta debe mantenerse limpia con el fin de hacer más sencilla la recuperación del líquido si llegará a derramarse.
- En caso de que se tenga que realizar la recarga de combustible de los vehículos in situ, se debe contar con vehículos que cuenten con personal, señalamientos y aditamentos, adecuados para el despacho de los combustibles y atención de contingencias y se deberá de llevar a cabo en un sitio donde no se encuentre expuesto el suelo, ya sea que se coloque una lona bajo la zona donde realizará la recarga o preferentemente se realice en un área que se encuentre cubierta con una plancha de concreto o pavimento.
- El almacenamiento de combustibles o sustancias que puedan derramarse deben almacenarse en bodegas o áreas cercadas donde se puedan manipular con facilidad. Todos los contenedores deben estar debidamente rotulados especificando su contenido.
- En caso de que se llegue a presentar algún accidente o derrame de hidrocarburos se deberán atender las recomendaciones establecidas en la NOM-138-SEMARNAT/SSA12012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Impacto	Modificación del relieve original	
Acción del proyecto	Construcción	Excavaciones, cortes y construcción de terraplenes
Componente ambiental	Geomorfología	
Medidas propuestas	Estabilización de taludes para control de procesos erosivos y de remoción en masa	

Descripción de medidas:

En la etapa de construcción, principalmente, se modificarán las condiciones geomorfológicas y paisajísticas de la zona del proyecto, por la elaboración de cortes alterando la estabilidad de las laderas y aumentando la susceptibilidad de estas a los procesos de remoción en masa.

La complejidad de los movimientos del terrero y por ende del deslizamiento de laderas naturales o artificiales conlleva a considerar que las medidas de mitigación dentro de los procesos constructivos de infraestructura deben de ser considerada como procesos muy complejos, donde se debe de tomar en cuenta, en primer lugar: estudios detallados geológicos, geotécnicos y geomecánicos que permitan determinar las principales medidas de mitigación.

En este apartado se encuentra una serie de propuestas que pueden ser alternativas. La implantación de estas medidas dependerá estrictamente de un diseño de estabilidad de laderas y de sistemas de construcción. La descripción a detalle de las obras se puede consultar en el Programa de obras para conservación y restauración de suelo.

Como primer medida es recomendable que la constructora encargada de realizar las obras, elabore diversos estudios geotécnicos y mecánicos para identificar las zonas de riesgo tanto por factores naturales como por modificación antrópica, con el fin de implementar adecuadamente medidas y obras de mitigación para inestabilidad de taludes de corte durante la construcción y mantenimiento de la carretera.

Elaboración de cortes. Los problemas relacionados con la estabilización de taludes naturales difieren radicalmente de los que se presentan en taludes contruidos por el hombre, debido a que en la fase de construcción se hallan sensibles debido a la remoción de materiales para su conformación. Es importante estabilizar estas estructuras para evitar deslizamientos y por lo tanto daños a la estructura carretera y posibles accidentes que generalmente son consecuencia de excavaciones o socavaciones en el pie del talud, sin embargo, existen otros casos donde la falla se produce por desintegración gradual de la estructura del suelo, aumentando las presiones intersticiales a infiltración de agua. Estas estructuras se pueden estabilizar de forma natural pero les tomaría demasiado tiempo, por lo tanto se propone proteger los taludes de corte y terraplenes mediante obras de protección y estabilización de taludes.

El proyecto en prácticamente todo su recorrido pasa por zonas con pendientes que van de suaves a altas, alcanzando los 60° en las zonas más abruptas, estas zonas son altamente susceptibles a los procesos erosivos una vez que se vea modificada su morfología por los cortes. Estas zonas es propensas a sufrir deslizamiento ya que está conformada por suelos poco profundos, altamente susceptibles a los procesos erosivos y una exposición amplia del material parental (>50%) por lo que este será un factor determinante para la selección de obras que estabilizaran los cortes de la zona; además de los materiales estructurales, las condiciones hidrológicas, climáticas y de vegetación que prevalecen.

A continuación se describen una serie de medidas y acciones que se deben adoptar o incluso incluir en el proceso constructivo, para minimizar el riesgo que ocurran procesos de remoción en masa, así como de accidentes, eligiendo la opción que mejor



se adapte a las condiciones de cada sitio estabilizando los taludes, tomando en cuenta que dentro de estos se pueden realizar acciones que incluyan métodos mecánicos o naturales; además de que estos deben ser complementados, en los lugares aptos para ello, con la revegetación o reforestación.

Es importante puntualizar que las recomendaciones que aquí se hacen son significativas más no concluyentes, ya que se requiere de estudios cuantitativos para poder recomendar la ubicación y extensión de las obras de mitigación a lo largo de cada tramo carretero para minimizar riesgos de deslizamientos y de remoción en masa, en los que se deben considerar: densidad de fracturamiento de la roca, mecánica de suelos, coeficientes de fricción interna, etc.

Una medida que se debiera contemplar, y que es de 'sentido común', pero que la dinámica de las obras puede dificultar, consisten en planificar las actividades de construcción y restauración en función de la meteorología del lugar reduciendo el tiempo de exposición entre la construcción y la restauración de desmontes, cortes y terraplenes, de manera que se eviten o minimicen los procesos erosivos y en escala mayor los movimientos en masa. Se deben tener en cuenta recomendaciones para integrar correctamente los factores geomorfológicos e hidrológicos que garanticen una mínima afectación a la hidrología superficial y subterránea a escala de paisaje, aumentando siempre, en la medida de lo posible, la 'permeabilidad' de los corredores de las infraestructuras. Por ejemplo, mediante la construcción del mayor número posible de drenajes.

Las excavaciones en las zonas de corte serán realizadas a cielo abierto y la maquinaria que se utilice para la excavación deberá ser la adecuada para cada tipo de material que se presente en los diferentes tramos del proyecto. Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que permita el drenaje del corte.

Las piedras flojas y material suelto en los taludes se removerán, para dar por terminado un corte al nivel de la capa inferior a la sub-rasante, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado, de acuerdo con lo determinado en el proyecto. El material producto de los cortes que se realicen se podrá utilizar en la compensación de terracerías, esto es en los terraplenes que se construyan inmediatos a la zona de corte, siempre y cuando los materiales cumplan con las especificaciones técnicas para la construcción.

Los cortes que se realizaran podrían afectar la estabilidad de taludes de forma negativa ya que, por sus características mecánicas y litológicas, son zonas propensas a deslizamientos en caso de no llegar a realizarlos de la forma correcta. Los cortes de terreno se realizaran de acuerdo a las condiciones de apoyo, el claro a salvar y el sistema constructivo. En este sentido, cabe resaltar la importancia de la ejecución de técnicas constructivas adecuadas, ya que de ello puede derivarse una menor afectación a la zona del proyecto, en particular destacan la realización de desmontes direccionados y el correcto retiro y acarreo del material producto de los cortes.

Técnicas, acciones y procedimientos para estabilización de cortes y protección de suelos en taludes.

Las técnicas que se recomiendan en este apartado se mencionan de manera general para ser aplicadas en las zonas afectadas por la rectificación de los tramos carreteros y la modernización del ramal, por lo que cada una de estas se debe adecuar a las condiciones técnicas de bioingeniería del lugar en específico donde se van a aplicar, teniendo en cuenta la topografía, la geología, la edafología.

Los objetivos de esta actividad serán:

- Estabilizar el cuerpo carretero.
- Intentar mantener la vegetación existente e incentivar la revegetación de las zonas afectadas.



- Proteger la capa superior del suelo.
- Proteger las áreas expuestas a la erosión.
- Regular, drenar y almacenar el exceso de agua.
- Optimizar los recursos económicos disponibles con resultados a corto y medio plazo.

Los fenómenos de remoción en masa que pudieran presentarse en los diferentes tramos del proyecto son procesos geomorfológicos relacionados intrínsecamente a las condiciones del relieve, materiales, estructurales, hidrológicas, climáticas y de vegetación que involucran movimientos relativamente rápidos tanto de suelo como de roca; la correlación entre estos factores determinara los patrones y el umbral entre condiciones de estabilidad o inestabilidad.

Las obras o medidas se propusieron de acuerdo a un panorama posible o el estado actual del sitio, ya que aún no se tiene un estudio en el que se especifique la magnitud de afectación de las laderas y los taludes de relleno por lo que en caso de ser necesario, una vez que se tenga la conformación final del talud, se deberá llevar a cabo una adecuación de estas, ya que las obras que se realicen en cada talud dependen de las condiciones y características del mismo:

- Cara del talud (longitud).
- Ángulo de inclinación (pendiente).
- Tipo de material (rocas pequeñas o grandes, suelo).
- Conformación del talud (aplanado, compactado, suelto)

Malla para retención de caídos. En cortes, donde las alturas superen los seis metros y donde no pueda ser implementada la revegetación del talud, se recomienda para su estabilización el uso de malla. Este método consiste en rodear la ladera con una pantalla de malla de acero, reforzada con puntales y cables de sujeción, el cual aumentará su estabilidad logrando evitar el volteo de las rocas sueltas e impidiendo que en una eventual caída tome velocidad incrementando su energía dinámica y capacidad de destrucción. Una modalidad consiste en ubicar líneas de mallas de alambre de simple torsión y cables de acero galvanizado para evitar su corrosión, estas mallas deberán ser debidamente fijadas con anclajes o barras. La implementación de este sistema es práctica y de bajo costo en comparación con las obras de revestimiento con concreto las cuales son sumamente rígidas este sistema resulta además de fácil reforestación.

Concreto lanzado. En el uso de concreto lanzado se debe tener especial cuidado con los procesos de contracción – expansión los cuales pueden destruir por agrietamiento la superficie del talud. Para facilitar el drenaje sobre estas superficies se deben construir huecos o lloraderos que atraviesen la superficie de recubrimiento y de esta forma evitar las presiones de poro por represamiento del agua. Este método permite contener el material fragmentado, ayudando a reducir la erosión de las paredes del talud causado por el impacto de las gotas de lluvia, el viento y la escorrentía superficial, así como a sujetar las capas superficiales del talud y así protegerlas de desprendimientos y deslizamientos.

Rectificación de pendientes de corte. La principal medida para evitar la inestabilidad de taludes es evaluar adecuadamente el ángulo de inclinación de estos, de acuerdo con las características del terreno natural. Dentro de esta medida se considerará el comportamiento del talud ante fenómenos atmosféricos (lluvias principalmente), de considerar necesario la constructora deberá suavizar las pendientes de los cortes. En los taludes de corte también se puede aplicar el redondeamiento del borde del corte de manera que el suelo y la vegetación que se encuentre en la periferia del corte sean suavizados y/o retirado, de esta manera se evitará que por reblandecimiento haya presencia de eventos erosivos.



Estabilización de suelo en laderas. Para llevar a cabo la planeación de la restauración de la zona afectada por el proyecto, se deben considerar acciones previas y durante la obra, con el fin de que al término de esta y una vez que se inicie la restauración de la zona se tengan las condiciones propicias para dar inicio a las acciones de restauración. El realizar estas acciones preventivas tendrá beneficios en cuanto a los costos de restauración y el deterioro ambiental del sitio.

Hay que tomar en cuenta que para todos los casos de barreras, en general, la separación entre estas es un parámetro que debe ser considerado dependiendo del talud del terreno y otros parámetros importantes. Por lo que la planificación final se dará una vez que se tenga el talud en sus condiciones finales previo a la restauración. El siguiente cuadro muestra de manera general la separación máxima recomendada entre barreras.

Gaviones y muros de piedra acomodada.

Un método efectivo de minimizar la amenaza de caídos de roca es permitir que ellos ocurran, pero controlándolos adecuadamente, utilizando sistemas al pie del talud, tales como trincheras, barreras (gaviones) y mallas, por mencionar algunos. Un detalle común a todas estas estructuras son sus características de absorción de energía, bien sea parando el caído de roca a determinada distancia o desviándola de la estructura que está siendo protegida, esto es posible utilizando técnicas apropiadas, para tamaños de roca de hasta dos o tres metros de diámetro. La selección y el diseño de un sistema apropiado de control de caídos de roca requieren de un conocimiento del comportamiento del caído.

Los factores más importantes a tener en cuenta en el diseño de estas estructuras son los siguientes:

- Trayectoria de las piedras.
- Velocidad.
- Energía de impacto.
- Volumen total de acumulación.

Durante la apertura de cortes se identificarán zonas donde pudieran presentarse riesgos de derrumbes de rocas y suelo, en estos sitios se recomienda llevar la construcción de gaviones o muros con el fin de contener los caídos de roca que se presenten y que a su vez funcionen como trampas de sedimentación para la conservación del suelo, evitando también el azolve de las corrientes hidrológicas. Los muros de piedra y de gavión si se realizan con un buen diseño y construcción, tienen una alta eficiencia y durabilidad, por lo que se consideran de tipo permanente, además de ser permeables. Los gaviones tienen la ventaja, en caso de que exista algún derrumbe, que pueden sufrir deformaciones sin perder eficiencia, por lo que pueden usarse para cargas mayores; permiten el flujo normal del agua reteniendo azolves debido a que los cajones forman una sola estructura que guardan mayor resistencia al volteo y al deslizamiento.

Gaviones. Es una estructura de gravedad que consistente en gaviones “cuatrapeados” que se colocan paralela y/o transversalmente al flujo del agua o escurrimiento. El gavión se define como cajas o canastas formadas por malla de alambre de acero galvanizado, las cuales se rellenan de piedra con el objeto de formar el cuerpo de la obra que constituye la presa de control. Debido a que la construcción de gaviones requiere del uso de maquinaria especializada, en caso de requerirse la construcción de estos deberá ser realizada por la constructora.

En las zonas cercanas a cuerpos o corrientes de agua se deberán emplear muros de gavión ajustando las dimensiones de los mismos de acuerdo con los alcances del pateo de taludes o el deslizamiento de materiales de corte o caídos de manera que se evite sean obstruidos o contaminados con sedimentos, estas acciones se deberán realizar a ambos lados del cauce. Los materiales pétreos que se requieren para la construcción de dichas estructuras serán los mismos que se encuentren en la zona



del proyecto, estos pueden ser producto de los cortes o algún otro que no tenga utilidad en la construcción de la obra vial. Los materiales que no se consideren aptos para la construcción de la carretera y que no sean requeridos para alguna otra actividad deberán ser acumulados en bancos de tiro autorizados con la finalidad de evitar deslizamientos que pudieran afectar áreas fuera del derecho de vía o que puedan llegar a las corrientes o cuerpos de agua aledaños al proyecto y que por lo tanto modifiquen la calidad del mismo.

Muros de piedra acomodada. Son un conjunto de rocas colocadas de manera lineal en los pie de talud y de manera perpendicular a la pendiente para retener suelo en zonas con presencia de erosión hídrica laminar. También son usados en los arroyos de pequeña capacidad para reducir la velocidad del agua producto de la precipitación. Tienen la particularidad de retener gran cantidad de sedimento ya que retienen los materiales sólidos aguas arriba y permiten una filtración del agua con menor velocidad, facilitando su control y alargando el tiempo de escurrimiento.

En las zonas de taludes se deben implementar en terrenos con presencia de erosión hídrica laminar, es decir, donde exista evidencia de arrastre de partículas de suelo en forma de capas en la superficie, debido a la escasa cubierta vegetal y a la inclinación del terreno, incluso si hay presencia de cárcavas podría servir como estabilizador.

En las corrientes se construirán aguas arriba y aguas abajo en los arroyos por donde pasa el proyecto que presenten un alto arrastre de materiales y donde la corriente no sea fuerte, sobre todo en las que las vayan a poner obras de drenaje, ya que evitará el azolve de estas. De acuerdo con los recorridos que se hicieron en la zona del proyecto hay suficientes rocas sueltas o que se encuentren aflorando sobre la superficie sin necesidad de excavar para poderlas obtener lo que garantiza el volumen requerido de rocas por lo que no deberán transportarse de otras zonas y el costo se limitará a la ocupación de peones.

Presas de morillos. Son estructuras conformadas con postes o troncos que se colocan de forma transversal a la dirección del flujo de corrientes superficiales o en cárcavas pequeñas y angostas, sirve para el control de azolves, reducción de la velocidad del escurrimiento, establecimiento de cobertura vegetal, detiene crecimiento de cárcavas. Se recomienda para cárcavas menores a un metro de profundidad.

En el diseño de las presas de ramas es importante es asegurar su estabilidad, por lo que deben estar suficientemente enterradas en el fondo del cauce. Su construcción se inicia con la excavación de una zanja transversal a la cárcava, con medidas de 30 centímetros de ancho x 25 centímetros de profundidad en el lecho y en los taludes de la cárcava. Posteriormente se clavan mínimo cuatro postes o troncos que servirán de horcones, y transversalmente se colocan morillos que se amarran con alambre galvanizado. También es necesario que la parte central de la estructura sea de menor altura para que funcione como vertedor para desalojar el volumen de descarga. Estas estructuras deben recibir mantenimiento y por tal razón se recomienda, después de lluvias intensas, realizar una inspección para verificar posibles daños y programar las reparaciones correspondientes. Sobre todo, en estructuras nuevas cuando los materiales todavía no están consolidados.

Impacto	Modificación del patrón natural de drenaje y escorrentías	
	Preparación de sitio	Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos)
Acción del proyecto		Desmante Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Construcción de obras mayores (pasos vehiculares y puentes)



		Construcción de obras de drenaje menor (alcantarillas) Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización)
Componente ambiental	Hidrología	
Medidas propuestas	Construcción de obras de drenaje	

Descripción de medidas:

Hidrológicamente, la zona donde se realizará el proyecto pasa por una gran cantidad de escurrimientos, la mayoría intermitentes y solo algunos perennes. En la parte alta de las sierras se ha modelado una extensa una red fluvial detrítica, que forma valles intermuntanos llevando sus aguas hacia la parte baja; si bien, esta red hidrológica es de carácter intermitente, es de gran importancia para mantener la biodiversidad en la cuenca, y por lo tanto el equilibrio del ecosistema, por lo que se deberá hacer énfasis en la mitigación de los impactos que se ocasionen en estas zonas, permitiendo hasta donde sea posible, la restauración de las condiciones naturales de los escurrimientos afectados.

En los tramos donde se vayan a realizar cortes de roca o se construya terraplén, en zonas aledañas o que crucen corrientes hidrológicas, perennes o intermitentes, se podría propiciar el azolve de estas. Por lo que es necesario, en estos casos colocar tapias o muros de contención (pueden ser construidos con los mismos materiales del corte) para contener las rocas y suelo que se desprendan o derramen durante la obra y que puedan llegar a los cauces, una vez que hayan concluido las obras estos deben ser retirados.

Todo el material resultante del despalme se evitará depositarlo en zonas por donde corra un cauce natural, aunque éste sea intermitente, durante la compensación de terracerías se deberán de construir obras de drenaje menor y mayor, en cantidad y capacidad suficiente de acuerdo con los escurrimientos naturales que existen en la trayectoria del Proyecto.

Anticipadamente a la construcción de las terracerías y del pavimento, y cuando el proyecto de obra así lo indiquen, se procederá a la construcción de las obras de drenaje menor, de acuerdo con cada frente de trabajo; para ello la obra de drenaje será cubierta previamente con material adecuado para formar los terraplenes y compactada por medios manuales.

Impacto	Contaminación y obstrucción de cauces	
Acción del proyecto	Preparación de sitio	Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmote Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización) Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
Componente ambiental	Hidrología	
Medidas propuestas	Prevención de la contaminación del agua	



Debido al alto nivel de afectación que se presentará en estas zonas, una vez que sean terminados los trabajos de construcción se deberá llevar a cabo la limpieza total (retiro de todo material ajeno al sitio) y restauración del sitio, así como de la zona de los caminos a de acceso; además de que se deberán afectar las zonas mínimas necesarias para su construcción. Hay que tomar en cuenta también que el azolve de las corrientes es debido a la realización de cortes por lo cual las medidas aplicables para la estabilización de taludes y control de caídos mitigaran a su vez el impacto a las corrientes evitando el azolve y contaminación de estos.

Estará estrictamente prohibido realizar la limpieza de unidades vehiculares y maquinaria sobre el lecho o cerca de las corrientes superficiales utilizando para ello el agua de los arroyos. Las aguas negras o contaminadas no se verterán a los cauces (ríos, arroyos, etc.) ni se permitirá la formación de depósitos superficiales, así mismo se respetará una distancia suficiente a los márgenes de los cauces, evitando la construcción de apoyos en esas zonas. El vertido de líquidos y disposición de sólidos, no se realizará directamente en los cursos de agua. Se establecerán zonas definidas de lavado de las cubetas de hormigón alejadas de las proximidades de un cauce.

Al finalizar la etapa de construcción para el abandono del sitio se removerá cualquier residuo de materiales, basura, etc. que haya quedado dentro del derecho de vía y sobre todo cercano a los cauces y que puedan ser arrastrados aguas abajo.

Impacto	Modificación de las cualidades naturales del Paisaje	
Acción del proyecto	Preparación de sitio	Instalación de obras complementarias provisionales (construcción y habilitación de almacenes, patios de maquinaria y campamentos) Desmonte Despalme Limpieza de áreas
	Construcción	Estructura vial (encarpetado, drenaje superficial, pintura y señalización) Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza de áreas
Componente ambiental	Paisaje	
Medidas propuestas	<ol style="list-style-type: none"> 2. Implementación de Programa de Manejo Integral de Residuos. 3. Cumplimiento de periodos de trabajo de acuerdo al cronograma de actividades. 4. Conservación y Protección de Suelo. 5. Reforestación como parte de una restauración en la zona 	

Descripción de medidas:

Este impacto se considera como residual, debido a que se modificarán de forma permanente las cualidades del paisaje y posiblemente acumulativo, aunque en menor magnitud. Debido a lo anterior en las etapas de preparación del sitio y la construcción se deben de implementar todas las actividades descritas en Las Buenas Prácticas Ambientales, con el objeto de evitar contaminar los recursos por derrames, disposición inadecuada de residuos, por ejemplo, ya que el impacto a percibir una imagen negativa del paisaje se incrementaría. Una vez den inicio las actividades de reforestación se podrá reutilizar el suelo para arropar algunos taludes de cortes y algunas laderas de pendientes poco pronunciadas promoviendo su revegetación con especies adecuadas. Adicionalmente la reforestación de las superficies afectadas de forma temporal promoverá una imagen del paisaje más positiva y en un mediano plazo este impacto podrá reducirse en un buen porcentaje.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN VEGETACIÓN

En este apartado se hace una descripción general de las medidas de mitigación propuestas para la conservación de las cubiertas vegetales y sus especies características que serán afectadas por la implementación del proyecto sobre áreas con rasgos de vegetación natural.

Nombre del impacto:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disminución de cobertura vegetal ▪ Fragmentación del hábitat y efecto barrera y de borde
Acción del Proyecto que lo Provoca:	<p>Etapa: Preparación del Sitio</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desmonte ▪ Despalme
Componente ambiental afectado:	Densidad de la cubierta vegetal
Medida(s) Propuestas:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementación del Programa de Rescate y reubicación de Flora Silvestre (particularmente de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endémicas). ▪ Supervisión ambiental

Para la mitigación de los impactos generados por la remoción de las coberturas vegetales se propone la implementación de acciones de identificación y rescate de individuos de importancia ecológica que por sus características requieren de acciones inmediatas para su recuperación y restauración en condiciones similares a las actuales para la perpetuación de sus poblaciones.

Estas especies son seleccionadas de acuerdo con características cómo:

- Patrón de distribución. - Se dará prioridad a las especies que tienen una distribución endémica, así como a especies nativas, las especies introducidas o invasoras no serán consideradas para conservar las características naturales de los sitios donde sea removida la cubierta vegetal, promoviendo la restauración de las condiciones primarias de los tipos de vegetación, lo que evitará que las especies invasoras desplacen a las especies naturales.
- Condiciones de conservación. - Las especies prioritarias para este efecto son aquellas que tienen algún estatus de conservación en los instrumentos legales a nivel nacional como la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las establecidas en la declaratoria del Listado de especies y poblaciones prioritarias para la conservación establecida en el DOF del día 05 de marzo del 2014 por la SEMARNAT y los listados internacionales como la Red List de la UICN, y los apéndices de CITES.



- **Especies de lento crecimiento.** - Se considera necesario hacer el rescate de los individuos de especies que tienen un desarrollo vegetal lento, por lo que alcanza la madurez sexual en un termino prolongado, lo cual dificulta su propagación y la conservación de la población mediante germoplasma, es por esto que se realiza la extracción de los elementos de especies de las familias Cactaceae, Crassulaceae, Burseraceae, Asparagaceae, Bromeliaceae y Orchidaceae.

Se desarrollará un Programa de Rescate y reubicación de Flora Silvestre en el que se establecen las condiciones a considerar para la selección, extracción y replante de los individuos a rescatar. Así como las técnicas y la metodología empleada para cada una de las actividades y las características para el establecimiento de un vivero para el acopio y restauración de los individuos para este fin.

Para el control y seguimiento de las actividades establecidas en dicho programa se realizará la implementación de la Supervisión ambiental, con la que se asegura la ejecución de las actividades alineadas a lo autorizado en los resolutive ambientales emitidos para el proyecto, así como el alcanzar los índices de supervivencia y calidad bajo los cuales se plantea el Programa de Rescate.

Nombre del impacto:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disminución de cobertura vegetal ▪ Fragmentación del hábitat y efecto barrera y de borde ▪ Invasión de especies oportunistas
Acción del Proyecto que lo Provoca:	Etapa: Preparación del Sitio <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desmante ▪ Despalme ▪ Liberación de áreas usadas para actividades temporales
Componente ambiental afectado:	Densidad de la cubierta vegetal Diversidad y abundancia
Medida(s) Propuestas:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalación de vivero local ▪ Supervisión ambiental

Para realizar las actividades del Programa de rescate y reubicación de flora silvestre se requiere la implementación de un vivero temporal en el que se puedan acopiar los individuos derivados de dichas actividades, en este sitio se harán acciones de prevención para atender a los individuos a replantar, con lo que se pueda asegurar que cubren con un estándar de sanidad y vigor para su sobrevivencia, evitando ingresar a los ecosistemas ejemplares contaminados por hongos, bacterias, virus u otra plaga que pueda alterar el equilibrio natural del sitio donde serán reintroducidas, este punto es fundamental para la conservación de las especies y sus ecosistemas ya que se pretende aumentar las zonas de conectividad y distribución de las



especies que serán afectadas por la ejecución del proyecto del Libramiento Sur de Oaxaca, minimizando el porcentaje de especies invasoras u oportunistas y fomentando las especies nativas.

El vivero planteado tendrá características particulares que estén encaminadas a cubrir las necesidades de las especies planteadas en los programas de Rescate, Reforestación y Restauración ecológica, con este proceso se pretende que se establezcan lineamientos de instalación, mantenimiento y minimización de los impactos generados por esta actividad, potenciando los beneficios derivados de la propuesta de esta medida de mitigación.

Estas actividades serán guiadas por lo establecido en los programas de Rescate y Reforestación, ya que ambas actividades están asociadas a un mismo fin, restablecer las comunidades vegetales para evitar una merma en las poblaciones de especies vulnerables o con alto valor ecológico. Para el seguimiento y cumplimiento de esta medida se implementará la Supervisión ambiental, el cual consiste en llevar a cabo la comprobación de la ejecución de los Programas implementados conforme a lo autorizado por las autoridades ambientales y guiar al promovente hacia los alcances establecidos, así como el cumplimiento de los indicadores de éxito establecidos, la normativa aplicable y los lineamientos de calidad que deben ser implementados en la realización del proyecto y sus actividades.

Nombre del impacto:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disminución de cobertura vegetal ▪ Fragmentación del hábitat y efecto barrera y de borde ▪ Invasión de especies oportunistas
Acción del Proyecto que lo Provoca:	<p>Etapa: Preparación del Sitio</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desmonte ▪ Despalme ▪ Liberación de áreas usadas para actividades temporales
Componente ambiental afectado:	<p>Densidad de la cubierta vegetal</p> <p>Diversidad y abundancia</p> <p>Especies oportunistas</p>
Medida(s) Propuestas:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rehabilitación de sitios usados provisionalmente dentro del DDV ▪ Implementación de acciones del Programa de Restauración Ecológica ▪ Acciones de Reforestación con especies nativas de la zona (incluye la revegetación del DDV) ▪ Supervisión ambiental

Una de las actividades consideradas como fundamental es la minimización de los impactos generados por la ejecución del proyecto y una forma de llevarlo a cabo es la rehabilitación de las áreas provisionales del proyecto, ya que al reducir las áreas de afectación se contribuye a mitigar los impactos negativos, una forma de rehabilitar dichas áreas es la revegetación con especies nativas, por lo que se ven implicadas actividades ligadas a los Programas de rescate y reubicación de flora, reforestación y restauración ecológica, así como la Supervisión ambiental en la implementación de dichas actividades.

Ejecutar las actividades tal como se plantean en los programas ambientales supone una mejoría en la composición de la cubierta vegetal, ya que se pretende fomentar la distribución natural de especies nativas, minimizando el arribo de especies oportunistas o invasoras, aumentando la abundancia y diversidad de especies bajo lineamientos planteados en Programas ambientales enfocados a los tipos de vegetación presentes, así como la continuidad en las cubiertas vegetales de la región.

El cumplimiento de índices de éxito es necesario para asegurar la correcta implementación de estas acciones de mitigación, por lo que la Supervisión ambiental juega un papel principal en la realización de estas actividades.

Nombre del impacto:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disminución de cobertura vegetal ▪ Fragmentación del hábitat y efecto barrera y de borde ▪ Invasión de especies oportunistas
Acción del Proyecto que lo Provoca:	<p>Etapa: Preparación del Sitio</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desmonte ▪ Despalme ▪ Liberación de áreas usadas para actividades temporales
Componente ambiental afectado:	<p>Densidad de la cubierta vegetal</p> <p>Diversidad y abundancia</p> <p>Especies oportunistas</p>
Medida(s) Propuestas:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementación del Programa de Restauración Ecológica ▪ Supervisión ambiental

El planteamiento de la realización de un Programa de Restauración Ecológica surge como uno de los ejes principales dentro de la mitigación de los impactos negativos en la vegetación natural de la región, ya que se sustenta de actividades como el rescate y reubicación de flora, reforestación, revegetación de áreas y en la supervisión de la ejecución de cada uno de los lineamientos establecidos en cada uno de los programas ambientales, ya que forman un entramado de acciones que fundamentan entre todos el éxito en la minimización de los impactos generados en las áreas afectadas por el proyecto.

Por lo tanto, también es imperante la necesidad en una correcta ejecución de todos los puntos marcados en la planeación del proyecto, lo cual recae en la supervisión de cada una de las actividades a realizar, el seguimiento y corrección oportuna de los impactos significa un alto índice de éxito en la realización de este programa, el cual es vital para alcanzar los límites proyectados para cada uno de los impactos.

La correcta ejecución de este programa significa una mejora importante en la constitución de los tipos de vegetación que serán afectados, ya que lejos de fragmentar o disminuir la abundancia y diversidad de especies nativas, se beneficiará y aumentará la distribución de continuos vegetales para una sucesión ecológica con caracteres cada vez mas cercanos al clímax esperado en su composición.

Nombre del impacto:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disminución de cobertura vegetal ▪ Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y comerciales
Acción del Proyecto que lo Provoca:	<p>Etapa: Preparación del Sitio</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desmonte ▪ Despalme ▪ Liberación de áreas usadas para actividades temporales
Componente ambiental afectado:	<p>Densidad de la cubierta vegetal</p> <p>Fácil acceso para ejecución de actividades ilícitas como tala de especies comerciales o protegidas</p>
Medida(s) Propuestas:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sensibilización ambiental del personal ▪ Supervisión ambiental

La realización de proyectos de naturaleza como el del Proyecto Libramiento Sur de Oaxaca puede suponer una mejoría en las condiciones actuales de una región, no solo por los impactos económicos y sociales, sino incluso los ambientales. En ese aspecto, la realización de campañas de sensibilización ambiental son primordiales en la difusión de conocimiento e información útil a los pobladores, ya que mucho del personal que labora en este tipo de desarrollos son de comunidades locales, por lo que el conocer e identificarse con los recursos naturales que los rodean deriva en acciones de conservación directas al entorno, se ha observado que cuando el personal se ve identificado con la riqueza biológica que posee su región tiende a realizar actividades de protección aun después de concluido el proyecto, propagando información bien documentada de boca en boca y hacia generaciones futuras, por lo que no se debe desestimar la realización de actividades de comunicación y sensibilización a los ejecutantes de las actividades planeadas en el proyecto.



Las actividades de este tipo aumentan también los índices de éxito en la ejecución de los programas ambientales que son satélites al proyecto, ya que aumentan la cantidad de recursos humanos capaces de identificar flora que es sujeta a rescate y conservación para la reintroducción mediante la reubicación y reforestación.

La supervisión ambiental se asegurará que este tipo de campañas sean realizadas con la mejor de las técnicas de difusión dentro del área del proyecto, así como se su continuidad, el seguimiento a las alertas generadas por el personal y en la minimización de la extracción de flora o recursos naturales por parte del personal.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN FAUNA

La construcción de una infraestructura carretera trae consigo una serie de mejoras sociales y económicas al país como es la reducción de los costos del transporte, mayor acceso a los mercados para los cultivos y productos locales, acceso a nuevos centros de empleo, concentración de trabajadores locales en el proyecto en sí, mayor acceso a la atención médica y otros servicios. No obstante, la inmersión de estas obras en el ecosistema provoca impactos ambientales negativos para el entorno, por lo que es necesario en primer instancia determinar cuáles son las afectaciones potenciales que podrían generarse por la construcción del proyecto, por lo que es necesario identificar las características más susceptibles de ser afectadas y los factores causales de estos impactos para considerar las medidas de prevención, mitigación o compensación más adecuadas, a fin de contar con caminos construidos de manera integrada al ambiente y mantener en lo posible el equilibrio ecológico.

En el presente estudio se identificaron los principales impactos que tendrán un efecto sobre la fauna silvestre, y se establecieron las medidas preventivas de mitigación o compensación que se aplicarán en cada una de las etapas de construcción y operación del Libramiento Sur Oaxaca con una Longitud de 67.5 km.

En la siguiente tabla se sintetizan los principales impactos y sus respectivas medidas de prevención, mitigación y/o compensación que se diagnosticaron para el proyecto.

Tabla VI 1. Principales impactos y sus medidas de mitigación.

Impacto	Etapa del Proyecto			Medidas de Mitigación					
	Preparación del Sitio	Construcción	Operación y Mantenimiento	Respetar las áreas autorizadas por la SEMARNAT para realizar las actividades de desmonte y despalme	Concientización del personal	Ejecución de un programa de reforestación	Ejecución de programa de rescate y reubicación de fauna	Construcción de pasos de fauna	Colocación de señalética que indique el paso de fauna y prohíba su cacería
Pérdida y/o transformación del hábitat									

Impacto	Etapa del Proyecto			Medidas de Mitigación					
	Preparación del Sitio	Construcción	Operación y Mantenimiento	Respetar las áreas autorizadas por la SEMARNAT para realizar las actividades de desmonte y despalme	Concientización del personal	Ejecución de un programa de reforestación	Ejecución de programa de rescate y reubicación de fauna	Construcción de pasos de fauna	Colocación de señalética que indique el paso de fauna y prohíba su cacería
Efecto barrera (cambio en los patrones de movimiento)									
Efecto borde									
Maltrato y/o muerte de individuos									

A continuación, se hace una reseña de las diferentes estrategias recomendadas para la mitigación de los impactos que pueden derivar por la construcción y operación del proyecto carretero.

I. Respetar las áreas autorizadas por la SEMARNAT para realizar las actividades de desmonte y despalme

Con la finalidad de cumplir con lo autorizado por la Semarnat para la remoción de la vegetación a lo largo del DDV, es importante que se lleve a cabo una supervisión ambiental que asegure que la instalación de los campamentos temporales se instale en áreas ya impactadas carentes de vegetación natural y/o que dicha instalación se realice dentro del mismo DDV, esto con la finalidad de asegurar que no se destruya o transforme un mayor porcentaje del hábitat de las especies silvestre.

II. Concientización del personal

Es importante que antes del inicio de la obra y preferentemente cada 3 meses, por los cambios de personal que suele tener este tipo de proyectos, se impartan pláticas de educación ambiental para establecer lineamientos sobre precaución, protección y conservación de las especies de fauna silvestre presentes dentro del SAR y en particular en el Derecho de vía.

Durante la capacitación se deberá abordar temas como la fauna silvestre presente en la zona y su importancia para el ecosistema, las medidas de seguridad en caso de encuentro con fauna potencialmente peligrosa en el área de trabajo como es el caso de las víboras de cascabel y recomendaciones sobre la protección de las especies silvestres dejando claramente la prohibición a todo el personal sobre la caza extracción y/o tráfico de especies silvestres.

III. Ejecución de un programa de reforestación

La fragmentación y/o la destrucción del hábitat hacen que los ecosistemas y sus poblaciones se deterioren, por lo que a manera de compensación por la pérdida la vegetación, derivada de la construcción del Libramiento Sur de Oaxaca, con una Longitud de 67.5 km, se recomienda implementar un Programa de Reforestación, el cual antes de ser implementado deberá ser evaluado y aprobado por la SEMARNAT.

Las especies consideradas para la reforestación serán congruentes con la flora existente en las zonas mejor conservadas del SAR y con ejemplares provenientes del Programa de rescate de vegetación, por lo tanto se tratará de especies nativas de la región, los detalles de las especies y número de individuos a pueden consultar

IV. Ejecución de programa de rescate y reubicación de fauna

Con la finalidad de evitar el Maltrato y/o muerte de individuos de fauna silvestre durante la etapa de preparación del sitio para la construcción del Libramiento Sur de Oaxaca con una Longitud de 67.5 km, se propone la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, dirigido a toda la fauna presente, pero con especial énfasis en aquellas especies enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, aunque en este estudio solamente se registró a la Lagartija Escamosa del Mesquite (*Sceloporus grammicus*), con Protección especial (Pr), no se descarta se registren en algún momento de la construcción del proyecto una de las 131 especies protegidas por las leyes mexicanas que tienen presencia potencial en el SAR.

Algunos de los puntos más importantes que contendrá el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna son:

Evaluación de sitios para reubicación. Los sitios que se propongan para llevar a cabo la liberación de la fauna silvestre que sea rescatada del derecho de vía, serán seleccionados con base en seis criterios importantes, los cuales se listan a continuación:

- **Cercanía y fácil acceso:** Las liberaciones deberán ser lo más pronto posible para reducir o prevenir al máximo el estrés de los individuos rescatados, daños físicos o inclusive la muerte. Es por eso por lo que los sitios deben estar a distancias cortas (no mayor a 5 km), para que sean reubicados inmediatamente después de su captura o con un tiempo no mayor a 24 h.
- **Equivalencia en los tipos de hábitats y ecosistemas:** Los sitios deben tener las mismas características ambientales, en este caso es importante identificar que se cuenten con los mismos microhábitats.
- **Cobertura vegetal:** La cobertura vegetal es un factor determinante en la sobrevivencia de la fauna que se vaya a ser objeto de liberación. Una buena cobertura vegetal proporciona refugio, protección y alimento a muchas especies de animales a diferencia a los sitios con cobertura vegetal escasa, donde los refugios para los animales son menores, por lo cual tienen una mayor exposición a sus depredadores, afectaciones por factores climáticos y una disponibilidad de alimentos reducida.
- **Estado de conservación:** En general se buscan sitios que tengan el mayor grado de conservación posible y así mismo poca perturbación por asentamientos humanos, ganadería, cacería y/o contaminación.
- **Presencia de las mismas especies:** Debe hacerse una evaluación previa de los sitios considerados para reubicación, para verificar que ahí se encuentren las mismas especies. No solo debe estar presente la misma especie, sino que también lo

deben estar sus presas o alimentos naturales. Este criterio además garantiza que no se introduzca una variedad o una enfermedad a un sitio donde antes no lo había. Esto es muy importante desde un punto de vista zoonosanitario y ecológico.

- **Conectividad:** Los sitios destinados a realizar liberaciones de fauna que se pretenda rescatar, son aquellos que no se encuentran aislados, y/o que mantengan una conectividad entre hábitats.

Ahuyentado de fauna silvestre. Con la finalidad de propiciar la migración de los individuos de especies de fauna silvestre que se localice dentro del área del proyecto, previo al inicio de las actividades inherentes a la construcción del Libramiento Sur con una Longitud de 67.5 km, principalmente durante la preparación del sitio en las actividades de desmonte y despalme del terreno, es necesario recurrir a técnicas de amedrentamiento, encaminadas sobre todo a desplazar o ahuyentar especies de aves y mamíferos de hábitos cursoriales, dada su elevada capacidad de desplazamiento.

Existen varias técnicas para realizar el ahuyentado de fauna; persecución, arreos y movimientos de la vegetación con varas, generación de ruido, bombas de humo, etc. Para llevar a cabo dichas técnicas de amedrentamiento en el área de afectación, el personal encargado del manejo de la fauna usará colores brillantes y la generación de ruidos intensos mediante el empleo de bocinas de aire comprimido, aunado al movimiento severo de la vegetación con apoyo de una vara, en distintas áreas y horas del día, con el objetivo de ahuyentar a la fauna. Dichas medidas deberán llevarse a cabo 5 días antes del comienzo de las actividades de desmonte y despalme del terreno y durante todo este lapso y posteriormente realizarse cada semana hasta terminar el rescate completo. La razón por la que los recorridos deben hacerse con poca anticipación es la de evitar que los animales regresen al tramo carretero antes de que los trabajos de desmonte se inicien.

Captura y rescate. Una vez que se halla capturado algún ejemplar se anotará en una bitácora de campo la especie, las coordenadas UTM en donde se le encontró y las coordenadas donde se liberó. Se sacarán fotografías de ambos procesos para realizar un anexo fotográfico.

Considerando que en las inmediaciones del área del proyecto se distribuye fauna que podría incursionar dentro del Derecho de vía de forma continua durante las etapas de Preparación y Construcción del proyecto (durante la primera etapa), las acciones correspondientes al programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre revisten especial interés y deberán realizarse de manera exhaustiva durante el periodo de desmonte y despalme y de manera paulatina todo el tiempo que duren estas etapas (24 meses).

Para la correcta implementación del apartado anterior, deberán considerarse los siguientes aspectos por grupo taxonómico:

Reptiles

- Estos animales son de hábitos hipogeos, por lo que, en caso de encontrar reptiles enterrados, en hendiduras de árboles o en cavidades activas, se capturarán de manera directa con guantes de carnaza, pinzas y/o ganchos herpetológicos, cuidando de no hacer daño al animal y de colocarlo en bolsas de lona para su traslado y reubicación. En caso de animales potencialmente peligrosos al hombre, como es el caso de la Serpiente Coralillo Oaxaqueña (*Micrurus ephippifer*), que tiene presencia potencial en el SAR, se debe tener mayor atención durante su captura, procediendo al uso de contenedores seguros durante su traslado al sitio de liberación.



- En este grupo en particular, el trabajo de campo (ahuyentado y rescate para reubicación), se debe realizar especialmente de manera meticulosa, ya que la mayoría de los reptiles registrados en campo son de talla pequeña y muy fácilmente pueden esconderse entre rocas o la vegetación. Así mismo es importante mencionar que estas actividades deben de potencializarse en la búsqueda de la Lagartija Espinosa del Mesquite (*Sceloporus grammicus*), ya que es una especie con Protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Una vez colectados los ejemplares, se procederá al registro en la bitácora de la especie, número de organismos, microhábitat en el que se colectó, coordenadas UTM del sitio de colecta y de liberación, así como de un registro fotográfico.

Aves

- Es imperante que el estudio evalúe las temporadas de reproducción de las especies de aves en el sitio de obras para identificar si hay posibilidades de encontrar nidos con polluelos dentro del Derecho de vía.
- Si se encontraran árboles con nidos y que a causa de la construcción se tengan que derribar, se deberán realizar las acciones de rescate de estos. Estas acciones deberán considerar acciones como la captura de los progenitores, el corte de la rama con el nido y su reubicación en algún árbol de la misma especie y altura similar, en la misma zona, lejos de la obra y con la misma orientación, para que los adultos sean liberados junto con el nido. Para el caso de plantas con nidos bajos y nidos a nivel de suelo, se deben realizar acciones para remover y reubicarlo en otro árbol o arbusto de la misma especie y con características similares.
- En los casos de nidos con polluelos, evaluar si estos están a punto de volar, si es así, se deberá conservar *in situ*, dejando el nido y la vegetación intactos en un radio de 10 metros (para evitar que el nido quede al descubierto y a disposición de depredadores).
- En los nidos con presencia de huevos, estos pueden ser colocados en otros nidos activos de aves de la misma especie para que los dueños de estos nidos incuben los huevos.
- En aquellos nidos fuera de la línea de ceros, procurar su conservación y evitar que el personal se acerque a menos de 10 metros de distancia para evitar molestar a los progenitores y polluelos.
- Para cada uno de los casos anteriores, se registrará en la respectiva bitácora la especie del nido, número de polluelos o huevos, ubicación UTM, especie arbórea o arbustiva en la cual está el nido, altura aproximada del suelo, dirección con respecto al norte y un catálogo fotográfico.

Mamíferos

- Se deberá revisar detalladamente la biología de cada especie susceptible a ser encontrada con base en los muestreos de campo y con ello evaluar sus temporadas de reproducción, para evaluar la posibilidad de encontrar madrigueras con crías.
- Protección de madrigueras activas. Procurar la conservación *in situ* de madrigueras que se encuentren activas dentro del derecho de vía del proyecto, considerando los tiempos establecidos en el calendario de obra. Con particular atención en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Al tratarse de especies no listadas en la NOM-059, se podrá realizar lo siguiente:
 1. En el caso de mamíferos, identificar las madrigueras dentro del Derecho de vía y marcarlas con banderín; señalando la especie o posible especie a la que pertenece.
 2. Procurar la conservación *in situ* de madrigueras que se encuentren fuera de la línea de ceros. Para las madrigueras activas localizadas dentro de la línea de ceros, se debe de buscar evidencia sobre presencia de crías para poder establecer rescate, (excavando en caso de ser necesario), preferentemente capturar adultos (padres) para la reubicación con crías o de



ser posible esperar a que las crías alcancen una talla mayor para poder ahuyentarlas de su madriguera y dar mayor oportunidad de supervivencia a la fauna en cuestión.

- En caso de que estas madrigueras solo sean refugios temporales, se deberá obstruir la entrada o mejor aún, destruirla de manera total para evitar que regrese la fauna a la misma.
- En cada una de estas acciones deberá registrarse meticulosamente cada actividad específica efectuada, la especie de que se trata, coordenadas UTM de cada madriguera, su reubicación (en caso de darse) y un amplio registro fotográfico.

V. Construcción de pasos de fauna

En virtud de que la construcción de la presente línea carretera puede fomentar la fragmentación del ecosistema, siendo más significativo entre los cadenamientos km 237+000 al 261+000 en donde aún se aprecia una continuidad de la comunidad vegetal, se hace necesaria la construcción de pasos de fauna que coincidan además con las obras de drenaje que contempla la ingeniería hidráulica del proyecto, con lo cual se contrarrestará el efecto barrera, el aislamiento de poblaciones, la interrupción a las rutas de desplazamiento y potencialmente una reducción en el índice de atropello que pueda derivar por la construcción y operación del Libramiento Sur de Oaxaca.

Para que los pasos de fauna sean más eficaces se requiere cuando si la ingeniería del proyecto lo permite se instalen estructuras tipo losa de cuando menos 2 x 2 m. Lo anterior, para permitir una mejor distribución de la fauna evitando con esto afectar las rutas de desplazamiento de muchos animales y prevenir o reducir el atropello de fauna.

Con la finalidad de que la fauna se sienta atraída y segura hacia los pasos de fauna y puedan cruzar con seguridad hacia el otro lado de la estructura vial, se recomienda la revegetación con ejemplares provenientes del Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, lo cual a su vez proporcionará una mayor seguridad a los vertebrados.

En este mismo sentido como estrategia y evitar que la fauna pequeña (principalmente reptiles y mamíferos pequeños) cruce de forma transversal al cuerpo de la carretera, se requiere la construcción de refugios, esto se realizará colocando montículos de troncos huecos, ramas, hojarasca y rocas provenientes del desmonte y despalle del Derecho de vía. Dichos refugios deberán estar a ambos lados del puente a una separación en promedio de 100 metros. Se recomienda que cada montículo tenga un área aproximada de 3 x 3 m.

En este mismo sentido se requiere la instalación de vallados paralelos a la Autopista de cuando menos 50 m de cada lado de los pasos de fauna. El tipo de cercamiento debe tener una altura de 2 metros, de los cuales, 1.8 se situará por encima del nivel del terreno y los 20 cm restantes se enterrarán con la finalidad de evitar el paso de especies que cavan como es el caso de los coyotes. Se recomienda el uso de malla de tres nudos y una separación de 4 metros entre los postes donde se fijará la malla. Adicionalmente deberá colocarse en la base de la valla un rodapié con una altura de 50 cm y una luz no mayor de 2 cm, esto con la finalidad de evitar que pequeños mamíferos o la herpetofauna en general cruce a través de la luz de la malla y sufra atropellamientos como se aprecia en la siguiente figura.

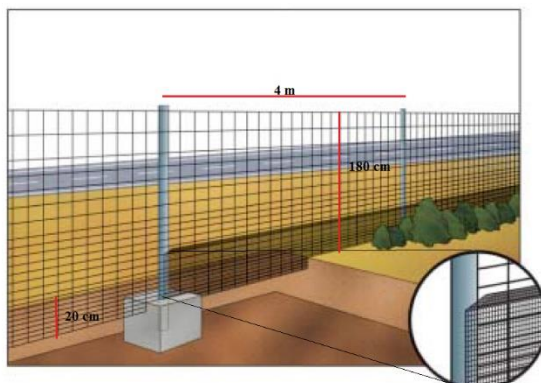


Figura VI. 1. Diseño de vallado perimetral para impedir que la fauna atraviese la carretera y direccionar a los animales hacia los pasos de fauna.

VI. Colocación de señalética que indique el paso de fauna y prohíba su cacería

Dentro de esta estrategia también se contempla la instalación de señalamientos prohibitivos de caza y captura de especies silvestres, los cuales están dirigidos a los operadores de maquinaria y personal que participe en la rectificación de curvas (principalmente durante las actividades de desmonte y despalde del terreno).

La instalación de señalamientos para advertir sobre la presencia de fauna y prevenir posible maltrato a esta o prevenir la captura de organismos por parte de los trabajadores deberá colocarse en los límites del Derecho de vía, así como en los campamentos y lugares comunes para el personal en caso de que existan.

A continuación, se presenta ejemplos de señalamientos para evitar el maltrato, cacería o atropello de fauna silvestre.

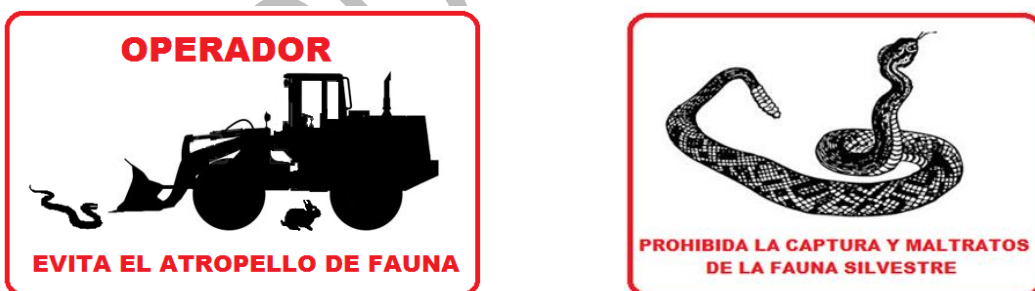


Figura VI. 2. Diseño de letreros preventivos para la protección de fauna.

VII.1.1.1 BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES



Las buenas prácticas ambientales son uno de los instrumentos más eficaces para la protección de los factores ambientales durante el desarrollo de los proyectos constructivos, se basan en la ejecución de una serie de acciones enfocadas a la prevención de accidentes, al ahorro de recursos y energía y a la prevención de derrames y vertidos tanto de sustancias como de residuos, reduciendo las pérdidas sistemáticas o accidentales de materiales en forma de contaminantes.

Para el Proyecto en análisis se proponen las siguientes, lo que en consecuencia podrá prevenir y en muchos casos reducir la magnitud del impacto considerado.

Entre las “Buenas Prácticas Ambientales” que se sugieren se implementen para este Proyecto se encuentran las siguientes:

1. Capacitación y/o concientización ambiental del personal de obra.
2. Implementación de diversos procedimientos que incluyan:
 - a. El manejo integral de los Residuos (Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos).
 - b. Seguridad e Higiene en el trabajo (incluye implementación del Programa de Contingencias y Protección Civil).
 - c. Ahorro de recursos y energía.
 - d. Manejo de sustancias químicas (prevención y atención a derrames).
 - e. Mantenimiento periódico de prevención, corrección y sustitución de maquinaria, equipos y vehículos pesados.
 - f. Reglamento Interno de Protección Ambiental.
3. Selección de sitios adecuados para el emplazamiento de campamentos, almacenes, talleres, comedor, patios de maniobra y estacionado, así como plantas de concreto y/o asfalto, entre otras obras complementarias y asociadas al Proyecto.
4. Instalación de servicios sanitarios adecuados.
5. Rehabilitación de sitios usados de forma provisional.
6. Supervisión ambiental de obra.

Estas buenas prácticas ambientales que se proponen para este proyecto como mínimas de implementación, son enunciativas más no limitativas, por lo que el Promovente y/o Contratista podrá implementar otras que consideren necesarias con el mismo alcance y objeto que es el de la protección del ambiente. A continuación se describen con mayor detalle:

1. Capacitación y/o concientización ambiental del personal de obra.

Además de la preparación que deberá tener el personal en materia de seguridad y salud en el trabajo, se deberá proporcionar una capacitación y sensibilización ambiental, a continuación se describen los estatutos generales de dicha actividad:

Preparación ambiental del personal



Es ideal que antes de que empiece la obra y preferentemente cada tres meses, por los cambios de personal que suelen tener este tipo de actividades, se imparta capacitación ambiental y de seguridad a los trabajadores, esta capacitación permitirá sensibilizar al personal al cuidado de los componentes ambientales (flora, fauna, suelo, paisaje, entre otros), como al de resguardar su propia salud. En primera instancia, se debe de generar la información puntual y comunicar ésta al personal que interviene en obra, a todos niveles y en todas las etapas constructivas del Proyecto.

Como parte de la concientización o sencibilización ambiental, se sugiere tomar en cuenta los siguientes puntos:

1. Presentar de forma sintetizada, la información necesaria para que el personal que intervendrá en las actividades de desmonte, despalle, así como el rescate y conservación de flora, fauna y suelo orgánico en su caso, desarrolle sus actividades de manera consciente y con base a las técnicas que implican las medidas de mitigación propuestas, para que lleguen a buen término.
2. Debe de procurarse que la información que se elabore para la capacitación y concientización del personal en obra sea lo más comprensible posible para que los trabajadores puedan entender el objetivo de dicha capacitación.
3. Es conveniente el seguimiento de las prácticas realizadas por los trabajadores de la construcción de la obra de acuerdo con la capacitación ambiental recibida y derivada de los Programas y Procedimientos implantados.
4. Se deberá informar a todo el personal de obra el tipo de individuos que podrían presentarse durante el desarrollo del proyecto y como deberá ser su participación para su protección como parte de los programas de rescate, reubicación y/o protección de flora y fauna, por lo que será importante contar con un equipo de supervisión ambiental quienes a su vez podrán impartir la capacitación y dar a conocer las campañas de protección a la fauna y a la flora en los periodos de tiempo necesarios.

Mecanismos de comunicación

Los mecanismos para la comunicación de los Procedimientos y la concientización sobre el medio ambiente se podrán realizar de acuerdo con lo siguiente:

1. Lograr acuerdos con el encargado, residente de obra, supervisor o responsable de la construcción del Proyecto y prestadores de servicio, para organizar sesiones de capacitación sobre los procedimientos a utilizar durante su desarrollo.
2. Asignar responsabilidades en diferentes niveles, para la ejecución de las medidas de prevención y conservación ambientales (particularmente en la protección y rescate de la flora y fauna silvestre, del suelo orgánico y los residuos del desmonte por ejemplo, cuando sea al caso).
3. Considerando la moderada rotación del personal en este tipo de obras, es necesario de por lo menos una campaña de concientización ambiental cada tres meses durante el tiempo que dure la obra, incluyendo al personal nuevo al inicio de cada etapa, como fierros, carpinteros, soldadores, etcétera, y en atención a la actividad que desarrollan dentro de la obra.
4. Considerar un lugar y las fechas para llevar a cabo las pláticas de concientización sobre la protección de flora, fauna, suelo y agua, así como el manejo de residuos generados por los trabajadores involucrados en la etapa de construcción del proyecto.



5. Determinar el número de sesiones de capacitación para presentar los diferentes Procedimientos de acuerdo al nivel de conocimiento de los involucrados.
6. Definir los medios de comunicación precisos para una mejor comprensión de cada Programa, por parte de los involucrados.
7. Distribuir material impreso (listados, folletos, trípticos, carteles, catalogo ilustrado de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010¹, CITES², IUCN³ y endémicas, que existen en la zona de afectación del proyecto) sobre la importancia del cuidado del medio ambiente entre el personal que participe en la ejecución de las distintas etapas del proyecto, así como a la gente de las comunidades o poblados aledaños al proyecto.
8. Establecer los controles posibles sobre las actividades que se realizarán para la comunicación de los Planes (listas de asistencia, notificación, conocimiento de los procedimientos, etc.).
9. Iniciada la etapa de construcción, se designará el personal que será capacitado y se dará a conocer los Programas y Procedimientos necesarios de acuerdo al nivel jerárquico de su estructura administrativa.
10. Se recomienda la contratación de un especialista en flora y fauna (sobre todo durante las etapas iniciales de la construcción del trazo), con la finalidad de dirigir y ejecutar las medidas propuestas, llevar a cabo una mejor aplicación y obtener buenos resultados.
11. Negociar y establecer los controles sobre las amonestaciones por el NO cumplimiento de una actividad entre los trabajadores en las diferentes etapas del proyecto.
12. Para el caso del procedimiento de prevención de derrames de sustancias tóxicas o peligrosas como por ejemplo los combustibles, es necesario que el encargado de la misma de seguimiento junto con el personal involucrado en estas tareas y cumpla con las actividades propuestas en cada Programa y Procedimiento respectivo, así como a las Normas Oficiales Mexicanas, Leyes y Reglamentos establecidos para su funcionamiento.
13. Se deberán registrar todas las actividades de rescate, conservación y buenas prácticas ambientales en una bitácora y tomar evidencias fotográficas, con la finalidad de comprobar el cumplimiento ambiental que haya establecido la autoridad competente.

En siguiente Foto se presentan ejemplos de la capacitación y concientización ambiental durante el desarrollo constructivo de un proyecto, dirigida a todo el personal participante en la construcción.

¹ NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

² CITES: Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora

³ UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza



Foto VI. 1 Ejemplo de la impartición de la campaña de concientización ambiental al personal de obra.

2. Procedimiento para el manejo integral de los residuos.

El procedimiento para el manejo integral de los residuos generados en obra, deberá incluir a los residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y los residuos peligrosos (RP) que puedan generarse; dicho procedimiento deberá considerar los lineamientos aplicables y contenidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, a continuación se describen las medidas generales que deberá contener este Procedimiento

Residuos Sólidos Urbanos.

- Los residuos sólidos urbanos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos para la obtención del permiso acerca de la disposición final de residuos por parte del municipio de Santa María Huatulco.
- Se deberán colocar, en diferentes sitios de la obra, contenedores adecuados y rotulados para depositar y acopiar los residuos, a fin de reducir el volumen de residuos por manejar de forma temporal.
- Se deben prever mecanismos de reaprovechamiento, reutilización y/o reciclaje de los residuos urbanos, por lo que su clasificación y separación desde la fuente de generación son importantes.
- Se debe definir anticipadamente el sitio hacia donde serán llevados estos, en estricto apego a la autorización que emita para tal efecto el Ayuntamiento.
- El contratista deberá contemplar un servicio de recolección y transporte de los residuos a un sitio de disposición final adecuado, previo al inicio de la construcción, que ejecute la recolección periódica de los residuos sólidos y de manejo especial de toda índole en los frentes de trabajo. Esta recolección y transporte de residuos podrá ser por un particular o en su caso la podrá realizar el Servicio de Limpia Municipal, previo acuerdo con el departamento municipal correspondiente.

En las siguientes Fotos se pueden observar los contenedores utilizados para el acopio temporal de residuos, los cuales presentan un color de acuerdo con el residuo que almacenarán, así como el Servicio de Limpia Municipal realizando la recolección en obra. Cabe destacar que es preferente que los residuos vayan en bolsas lo que evitará su esparcimiento y que los líquidos propios de la descomposición se rieguen en cualquier lado.

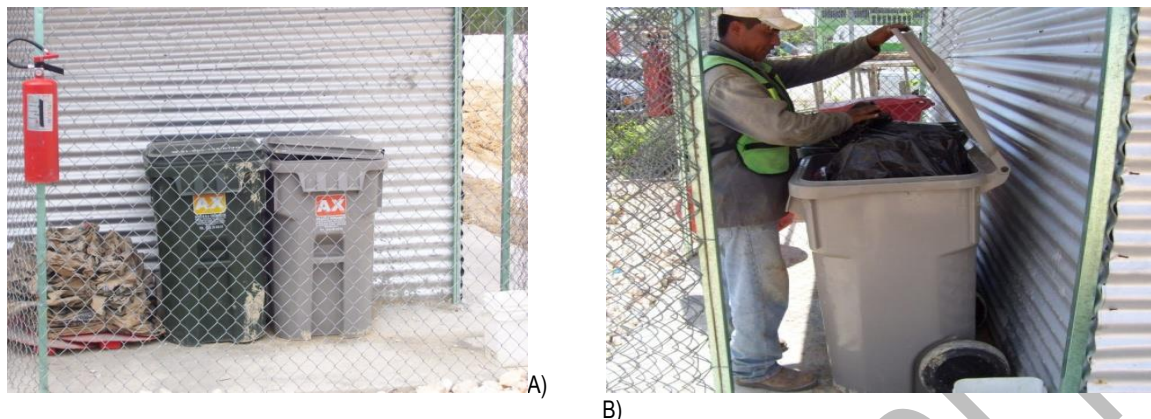


Foto VI. 2 Ejemplo de la buena disposición de los residuos sólidos. A) Contenedores adecuados para el confinamiento temporal de los residuos sólidos urbanos generados; B) Buenas prácticas por parte de los trabajadores de la obra.



Foto VI. 3 Recolección de residuos sólidos urbanos por la empresa contratada para ello.

Residuos de Manejo Especial

Los residuos de manejo especial que prácticamente se generarán durante las acciones del Proyecto corresponden a material de jardinería y poda (restos de vegetación proveniente del desmonte y material terreo del despalme que no sea susceptible de rescate).

El material residual vegetal que conforma el follaje y ramas pequeñas deberá ser troceado, picado y dispuesto en el sitio que defina la autoridad competente. En caso de resultar pertinente, el material triturado podrá ser incorporado al material del despalme que sea parte del horizonte orgánico y que pueda rescatarse para su uso posterior ya sea en la restauración de sitios ocupados por obras complementarias o donado al municipio para que será ocupado en jardines de la población. En su caso los troncos de árboles más grandes podrán ser usados para delimitar superficies del proyecto como barreras de control de caídos de materiales o tierra.

Todo aquel material residual del desmonte que no pueda ser aprovechado, se deberá poner a disposición del ayuntamiento para su uso directo o su aprovechamiento.



A)



B)

Foto VI. 4 A) Ejemplo del manejo de residuos de desmonte; B) Ejemplo de manejo de residuos de desmonte. Los residuos vegetales fueron colocados en un sitio para conformar una composta y posteriormente integrarlo a las labores de un vivero para mantenimiento de vegetación rescatada.

Por ningún motivo se deberá verter el material residual del desmonte en canales de agua o zonas con manglar ya que ello incrementaría la producción de sulfatos (tóxicos para la fauna).

Ver Fotos siguientes como ejemplos del manejo de residuos del desmonte.



Foto VI. 5 Troceado de los individuos arbóreos



Foto VI. 6 Almacenamiento de residuos vegetales



Foto VI. 7 Picado de ramas producto del desmonte



Foto VI. 8 Incorporación de material vegetal al suelo producto del despalle.

De manera general se deben de tomar en cuenta las siguientes medidas de mitigación y preventivas durante el desmonte:

a) Desmontar únicamente en las áreas necesarias para la construcción del proyecto, sin alterar parches de vegetación original en los sitios donde no se requiera desmontar. Esto traerá beneficios desde un punto tanto estético como funcional a nivel comunidades vegetales y fauna. Se deberá cumplir con la legislación ambiental del estado de Oaxaca y también con las disposiciones locales (del municipio de Santa María Huatulco).

Residuos Peligrosos

Los residuos clasificados como peligrosos son aquellos que presentan alguna o varias de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad y/o biológico-infecciosa y que se encuentran señalados en alguno de los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005⁴. Para su manejo, almacenamiento temporal y disposición o tratamiento final, se deberán tomar en consideración las medidas señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Por lo tanto, la contratista deberá darse de alta como pequeño generador de residuos de este tipo ante la SEMARNAT y entregar los manifiestos del tratamiento y cantidad de este tipo de residuos cada que le sean requeridos.

Este procedimiento deberá estar ligado con el de mantenimiento de la maquinaria, equipos y vehículos de la obra con el fin de que desde el trasvase del combustible, acciones de mantenimiento de dicha maquinaria, se puedan acopiar cualquier sustancia residual y/o materiales como estopas a los contenedores adecuados, los cuales deberán de ubicarse cercanos al desarrollo de actividades de mantenimiento; estos deberán contar con su respectiva tapa y deberán estar rotulados indicando el tipo de residuo que contienen.

⁴ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Su acopio en la obra deberá ser temporal, posteriormente deberán ser entregados a una empresa contratista que cuente con el permiso vigente y este dada de alta de igual forma con la autoridad correspondiente, para que dé el tratamiento adecuado a los residuos peligrosos.

En cada frente de obra, patio de maquinaria, o lugar donde se realicen trabajos que impliquen la generación de RP, se deberá seleccionar un sitio para el acopio y almacenamiento temporal de residuos peligrosos. Este sitio deberá estar techado, ventilado, con piso de cemento y con contenedores adecuados para cada tipo de residuo (como estopas con gasolina, aceite gastado, baterías y acumuladores, pinturas y solventes, entre otros.). Además, deberá contar con señalamientos correspondientes y dispositivos para atención a contingencias (como derrames, incendio, por ejemplo). Ver ejemplo en Foto siguiente.



Foto VI. 9 Sitio de acopio y almacenamiento temporal de residuos peligrosos, en donde se indica el tipo de material resguardado en el área y extintor señalado adecuadamente.

3. Seguridad y Salud en el trabajo (incluirá un Programa Interno de Atención a Contingencias y Protección Civil).

En los frentes de trabajo e instalaciones de la obra, deberá existir un botiquín de primeros auxilios con un manual y personal capacitado en la aplicación de éstos. Se deberá tener ubicado el hospital o centro de salud más cercano y forma de contacto o comunicación con algún vehículo disponible para transporte en caso de accidente, para lo cual primero se deberá informar de forma inmediata al supervisor y/o residente de obra y posteriormente siguiendo el protocolo de papeleo.

Todos los trabajadores deberán portar chalecos distintivos y mambretes de identificación preferentemente, así como equipo de seguridad y ropa adecuada al tipo de trabajo, incluyendo casco. Preferentemente la contratista deberá suministrar el equipo de protección personal y uniforme de obra el cual deberá ser obligatorio. Asimismo el personal que este expuesto al ruido generado por la maquinaria, deberá portar tapones para los oídos. En la siguiente foto, se pueden observar ejemplos del equipo de seguridad y del botiquín. Asimismo se deberá implementar la señalización apropiada de tipo preventivo dirigida no solamente a la Población, sino también la indicada para el personal de obra.



Foto VI. 10 A) Uso de equipo de protección personal, necesario para realizar sus labores; B) Botiquín de primeros auxilios.

Entre las medidas básicas de protección y seguridad se encuentran:

- Uso obligatorio de equipo de seguridad (uniforme, casco y tapones auditivos).
- Evitar el uso de celulares en espacios y horas de trabajo
- No fumar en zonas cerradas y con combustibles y otras sustancias potencialmente peligrosas.
- Cumplir con los requisitos de seguridad para actividades de buceo.
- Implementación de señalización adecuada y delimitación de superficies.
- Mantener con orden y limpieza las zonas de trabajo (acopiar apropiadamente todos los residuos que se generen en con tenedores, así como los materiales excedentes y herramientas usados en obra, estacionar apropiadamente los vehículos y maquinaria, entre otros).

Programa Interno de Atención a Contingencias y Protección Civil

Se deberá implementar el Programa Interno de Atención a Contingencias correspondiente conforme lo soliciten y se maneja ya en el CIP, adicionalmente se deberán tomar acciones de protección civil, todo en virtud de que en la zona se presentan huracanes y otros eventos meteorológicos y/o físicos. Con el objeto de que en caso de que haya una ocurrencia de un fenómeno físico, el personal de obra cuente con la preparación y protocolos correspondientes para la atención a las emergencias.

4. Ahorro de recursos y energía.

Durante todas las etapas del proyecto se deberá prever el ahorro de los diferentes recursos suministrados en la obra, desde los materiales usados, evitando el desperdicio. Se deberá promocionar el ahorro del agua cruda utilizada para actividades de construcción, así como del agua potable para el uso de trabajadores y para aseo personal. La maquinaria se mantendrá en operación y accionados sus motores únicamente cuando sea necesario y así lo requiera la actividad



El combustible, deberá almacenarse de forma adecuada y en contenedores herméticos, evitando con esto derrames que puedan ocasionar contaminación en agua y suelo.

5. Manejo de sustancias químicas (prevención y atención a derrames).

El manejo y transporte de sustancias químicas deberá realizarse conforme a lo establecido en la Legislación y/o normatividad vigente, observando la norma NOM-010-STPS-1999⁵, que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral. Asimismo todas las sustancias químicas y materiales que se almacenen deberán contar con su hoja de seguridad para que pueda ser consultada por los trabajadores.

En frentes e instalaciones localizadas alejadas de estaciones de servicio, se utilizarán vehículos proveedores de combustibles (orquesta), siempre y cuando cumplan con las regulaciones para el almacenamiento y manejo de combustibles establecidas por la autoridad. Estos vehículos deberán además contar con señalamientos y aditamentos adecuados para el despacho de gasolina y atención a contingencias.

El sitio de carga de combustible deberá ser fijado con antelación dentro del área considerada para la construcción de instalaciones provisionales, y deberá ser el mismo sitio a lo largo de la vida útil de dichas instalaciones. En caso de abastecimiento de combustibles *in situ*, previo al mismo se deberá colocar un geotextil o lona resistente e impermeable bajo el vehículo por abastecer para proteger el suelo de cualquier derrame accidental. Asimismo, antes de realizar el despacho de combustible se debe asegurar que existan aditamentos para atención a contingencias. En caso de derrame accidental sobre el suelo, éste se deberá recoger inmediatamente y si existen indicios de contaminación del suelo, se deberán seguir las indicaciones señaladas en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2012⁶, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

En lo referente a la construcción de instalaciones provisionales para almacenamiento de combustibles, éstas deberán seguir las normas establecidas en los listados de sustancias potencialmente peligrosas en función del volumen por almacenar, así como de la legislación aplicable en la materia. Dentro del almacén de combustibles, los contenedores deben estar claramente rotulados y cerrados. El piso con un firme de concreto y barreras de contención en caso de derrames. Se deberá contar con aditamentos para control de incendios, tales como palas, baldes, extintores y arena, entre otros.

En la Foto siguiente se puede observar un ejemplo de trasvase de combustible a maquinaria de obra.

⁵ NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral

⁶ NORMA Oficial Mexicana 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



A)



B)

Foto VI. 11 Ejemplo de carga de combustible *in situ*. A) Llenado de gasolina de una bomba para extraer el agua, debajo lado izquierdo se puede observar el uso de una lona para prevenir posibles derrames de combustibles sobre el suelo; B) Carga de diésel a un vibro compactador usando una lona sobre el suelo natural para evitar posibles derrames de combustible y el uso de equipo de protección personal adecuado

6. Mantenimiento periódico de prevención, corrección y sustitución de maquinaria, equipos y vehículos pesados.

Se deberá implementar un Programa de Mantenimiento Periódico de Equipo y Maquinaria de Obra que incluya el mantenimiento preventivo, correctivo y de sustitución, así mismo se deberá contemplar en caso de que el equipo sea rentado se provea a toda la maquinaria usada en la obra de forma periódica y cada que sea necesario.

Las reparaciones de maquinaria y equipo que deban hacerse *in situ*; así como las maniobras de carga de combustible, deberán contemplar la colocación de lonas impermeables bajo el equipo a reparar o cargar, evitando con esto la posible contaminación del suelo o de corrientes de agua en el peor de los casos. Se deberá realizar la limpieza y recolección total de los residuos generados sobre esta superficie una vez concluidas las acciones, de tal forma que se garantice que no habrá contaminación del suelo o agua durante las mismas. Para la recarga de combustible de vehículos automotores, se deberá procurar el uso de estaciones de servicio y gasolineras en los centros urbanos más próximos.

Se deberá verificar por parte de la contratista que los vehículos de carga, maquinaria y equipos cuenten con el mantenimiento preventivo y correctivo (preferentemente suministrado fuera de la superficie de trabajo y únicamente cuando sea necesario en los patios de maniobras y estacionado en donde se ubique el taller temporal instalado), que proporcione a las unidades un funcionamiento óptimo y con base a las Normas Oficiales Mexicanas:

- ✓ NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- ✓ NOM-045-SEMARNAT-2006. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel.



Se deberán atender las especificaciones de cada equipo o maquinaria utilizada tanto para la Planta de Tratamiento como para la Línea de conducción. También se deberá considerar la disminución de ruidos y la observancia de la NOM-011-STPS-2001⁷, que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Todas las actividades comprendidas en el mantenimiento de maquinaria y vehículos, deberán quedar reportadas en una bitácora.

7. Reglamento Interno de Protección Ambiental.

Se sugiere la implementación de un reglamento interno de protección ambiental, que considere sanciones a los trabajadores en caso de infringir la protección de los componentes ambientales, el cual puede ser elaborado con ayuda de la supervisión ambiental.

Este reglamento deberá especificar a los trabajadores que queda estrictamente prohibido cazar, pescar, transportar (a menos que se realicen actividades de reubicación de fauna en los términos que marque el Programa de Protección de Fauna autorizado) o poseer ejemplares de fauna silvestre en sus viviendas y sitios en donde se realicen actividades del proyecto. De igual forma para la flora silvestre quedará prohibido dañar, comercializar, consumir o sustraer flora (esto último sin el permiso correspondiente de la autoridad).

8. Selección de sitios adecuados para el emplazamiento de campamentos, almacenes, talleres, comedor, patios de maniobra y estacionado, así como plantas de concreto y/o asfalto, entre otras obras complementarias y asociadas al Proyecto.

La ubicación de instalaciones provisionales como oficinas, almacenes, patios de maquinaria, campamentos y/o comedores que requiera el proyecto, obedece a las necesidades de proximidad y acceso que tiene la obra. No obstante, la contratista debe cumplir además con ciertos criterios ambientales para seleccionar los sitios de ubicación de estas instalaciones:

- 1) Se deberán elegir prioritariamente sitios ya perturbados, desmontados, compactados y/o cementados.
- 2) Los sitios deben localizarse fuera de zonas que puedan ocasionar la contaminación de cuerpos de agua por acarreo de materiales y contemplar medidas y diseños que garanticen que no ocurrirá la contaminación de los mismos.
- 3) Verificar con el CENAPRED o instancia similar a nivel local las condiciones de riesgo en los sitios elegidos, particularmente ante la incidencia de tormentas, huracanes y fuertes crecientes.
- 4) Seleccionar sitios donde deba desmontarse vegetación arbustiva, de forma preferente sobre la arbórea.
- 5) Seleccionar en lo posible sitios que cuenten con instalaciones de servicios de gas, luz, drenaje y agua potable.
- 6) La ocupación de la superficie de instalaciones provisionales como casetas y almacenes o patios de maniobras deben ser contempladas en la superficie de afectación del Proyecto sin rebasar la superficie autorizada.

⁷ NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido

- 7) Utilizar preferentemente en la construcción de infraestructura provisional material de fácil instalación y desmantelamiento como madera, láminas, paneles, etc., ya que deberán ser totalmente retirados del sitio una vez concluido su uso.

9. Instalación de servicios sanitarios adecuados.

Debido a que en las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán aguas sanitarias y residuales producto de actividades de obra, se deberán aplicar las siguientes medidas de prevención y mitigación:

Aguas Sanitarias

La construcción de instalaciones provisionales requiere de infraestructura sanitaria; por tal motivo, la ubicación de los sitios deberá considerar espacios en zonas pobladas, en donde se brinden este tipo de servicios. No obstante, ello no será posible en todos los frentes de obra, por lo que en caso de no existir posibilidades de conexión a la red sanitaria municipal, se deberá dotar a las instalaciones provisionales con servicios sanitarios portátiles o en su caso se deberán implementar garantizando mediante un sistema de tratamiento de acuerdo al volumen generado, que dichas aguas cumplan con lo establecido en la NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado; también se podrá contratar una empresa autorizada que recoja las aguas sanitarias dándoles el tratamiento adecuado.

Aunque en varios Reglamentos de Construcción a nivel nacional se considera la colocación de un sanitario portátil por cada 20 trabajadores, se estima que éste número de sanitarios es reducido para las condiciones en que se realizan este tipo de obras; lo que implica mayores problemas para mantenerlo aseado y para hacer obligatorio su uso. Por ello, se sugiere la colocación de por lo menos dos sanitarios portátiles por cada 20 trabajadores en todas las instalaciones provisionales y frentes de obra.



Foto VI. 12 A) Sanitario portátil; B) Colecta de aguas sanitarias.

El contrato con el prestador del servicio de sanitarios portátiles deberá considerar acciones de limpieza y recolección periódica de los mismos, proveer papel sanitario suficiente a la demanda y aseo continuo, para que estos sanitarios se encuentren en condiciones adecuadas de uso, a fin de evitar problemas de propagación de enfermedades.

Aguas Grises y jabonosas

En el área de campamentos y comedores si estos llegan a implementarse como parte de obras complementarias, se generarán aguas grises producto del aseo del personal y trastes de cocina, las cuales deberán estar preferentemente conectadas al sistema de drenaje municipal. No obstante, de no ser factible, las instalaciones de aseo del personal y fregaderos de cocina deberán estar conectadas a instalaciones que aseguren que dichas aguas no serán vertidas directamente al suelo o corriente de agua. Como opciones se puede considerar la construcción de una fosa de desecación, con fondo impermeable, aledaño a las instalaciones provisionales, hacia la cual fluyan estas aguas y se evaporen gradualmente y se azolven los lodos de forma periódica por parte de una empresa especializada para tal fin.

El diseño de la capacidad de dichas fosas deberá asegurar que no ocurran derrames por rebasar su capacidad de retención. Los residuos de la evaporación de estas fosas deberán ser periódicamente removidos y dispuestos en donde señale la autoridad municipal. Otra opción es la construcción de fosas sépticas hacia las que se drenen dichas aguas, para este sistema de igual forma deberán contratarse una empresa colecte y transporte el agua almacenada para su posterior tratamiento.

Aguas de obra

El lavado de ollas y equipos con restos de concreto se deberá realizar en sitios donde se haya colocado un firme de concreto, construyendo preferentemente cunetas de captación y lavaderos que los conduzcan a una fosa séptica o de desecación por ejemplo.

Previo a la realización del lavado, se deberá colocar una malla fina similar a la utilizada en mosquiteros, que retenga la mayor cantidad posible de residuos de concreto del agua vertida. Estos residuos retenidos deberán ser dispuestos junto con los residuos sólidos de construcción y en los términos que señalen la ley y la autoridad para el efecto. La disposición de estas aguas preferentemente deberá ser como ya se mencionó hacia una fosa de desecación o séptica. Queda estrictamente prohibido el lavado de ollas y equipos cercanos a escurrimientos y cuerpos de agua, así como el vertido de agua residual de cualquier tipo en escurrimientos o cuerpos de agua.

El sitio seleccionado para el lavado de equipos de obra deberá ser el mismo para cada frente de obra a lo largo de toda la construcción y preferentemente deberá quedar dentro de los patios de construcción y estacionado de maquinaria; dichos sitios al final de la construcción deberán ser restauradas, retirando en su totalidad el concreto que no forme parte de alguna estructura (residuo de lavado).

10. Rehabilitación de sitios usados de forma provisional.

Una vez concluido el uso provisional del sitio para emplazamiento de patios y otras obras complementarias, deberán aplicarse medidas que generen un proceso de recuperación del ecosistema, consistente en la remoción de todo tipo de infraestructura o elemento extraño al paisaje original, retiro de planchas de concreto o capa de suelo afectada por las actividades, o bien la descompactación del suelo sobre el que se instaló la infraestructura. Cubrir de forma expandida el suelo orgánico producto del despalme sobre esta superficie e implementar acciones de revegetación.



Es importante señalar que la vegetación reforestada no será igual a la existente al inicio, lo que implica un impacto residual en paisaje y vegetación; impacto que eventualmente se irá reduciendo al ocurrir la colonización y rehabilitación de una comunidad secundaria de forma natural, que cada vez incluya un mayor número de especies de la comunidad existente a lo largo del tiempo (proceso sucesional natural de especies en comunidades).

11. Supervisión ambiental de la obra.

Dado que la prevención y protección ambiental son parte indivisible del proyecto es indispensable incorporar personal profesional especialista en flora y fauna silvestre en las etapas de preparación del sitio y construcción, con la finalidad de hacer una correcta supervisión ambiental durante la implementación de las medidas de mitigación. En este sentido, el equipo encargado de la supervisión será el responsable de la vigilancia y seguimiento de las distintas actividades que se lleven a cabo antes, durante la construcción y operación del Proyecto.

Previo al inicio de obras, se deberá corroborar que la constructora cuente con los Programas de Acciones de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, mismo que deberá contar con la aprobación de la SEMARNAT. Previo a la realización de las obras de preparación del sitio y construcción del Proyecto, la empresa constructora deberá contar con un grupo de supervisión, los cuales serán los encargados de documentar todo lo relacionado con actividades de manejo, rescate y reubicación de la flora y la fauna; así como del cambio de uso del suelo en terrenos forestales. La supervisión de la obra deberá documentar que se realicen las actividades y acciones contenidas en los programas ambientales de manera apropiada.

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El propósito del monitoreo ambiental, a través del Plan de Manejo Ambiental, es obtener información sobre el estado que guardan los diferentes componentes ambientales en el área de influencia de una carretera, incluida la evaluación de la efectividad de las medidas de preservación, protección, prevención y mitigación implementadas, considerando los estándares establecidos en las legislaciones de cada país, de acuerdo con las técnicas y los indicadores referidos en ellas.

El monitoreo ambiental evalúa de manera periódica, integral y permanente el estado de los recursos ambientales, con el fin de obtener información para la toma de decisiones dirigidas a la preservación del medio ambiente y a la sustentabilidad de la infraestructura del transporte. Por lo que el monitoreo debe incluir mediciones del estado que guardan los diferentes componentes ambientales y sus tendencias, un análisis de las amenazas que representan para el ambiente, acciones necesarias para el control del impacto y definición del esquema para monitorear el progreso de las medidas y la toma de decisiones. Los resultados de los indicadores ambientales deben ser compatibles con los definidos en el ámbito internacional, que en todo caso son establecidos para preservar la salud humana. Los elementos considerados en el monitoreo ambiental son agua, aire, ruido, suelo y biodiversidad.



Por tanto, el objetivo general del Plan de Manejo Ambiental es verificar si el Promovente (o compañía encargada de la construcción del Proyecto) cumple con las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y sus Reglamentos en a) materia de impacto ambiental, b) contaminación atmosférica, c) residuos peligrosos y no peligrosos, d) prevención y control de la contaminación de aguas, f) por la emisión de ruido; así como las normas oficiales mexicanas aplicables. A través de la aplicación de las acciones que se requieren para preservar, proteger, prevenir y mitigar; en su caso, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales durante el desarrollo del Proyecto, de una manera organizada y sistemática de las medidas establecidas en la MIA-R del Proyecto. Con la finalidad de optimizar y asegurar su realización oportuna, así como establecer los mecanismos de seguimiento y monitoreo de estas en un corto y mediano plazo; que den cuenta de los impactos ambientales identificados por la ejecución del Proyecto.

VI.2.1. INSTRUMENTOS PARA EL SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Con base al análisis de la mitigación ambiental propuesta en el presente Capítulo, resulta posible identificar y conocer qué tipo de actividades se deberán hacer, cuándo y cómo realizarlas, quién las llevará a cabo y como reportar sus resultados. Con la finalidad de establecer una planeación sistemática y organizada, que conduzca a las metas de protección y mejoramiento ambiental que contempla el Proyecto. A través de diagramas, formatos, registros y parámetros de evaluación que integren y faciliten el manejo ambiental, proporcionando elementos que permitan informar a la autoridad correspondiente del Cumplimiento Ambiental del Proyecto, a lo largo de sus diferentes etapas de desarrollo, justificándose la viabilidad del mismo.

Fichas técnicas de manejo ambiental

Las Fichas Técnicas de Manejo Ambiental se consideran documentos guía que contienen la información de las medidas de preservación, protección, prevención y mitigación que se aplican a cada una de las actividades desarrolladas en el proyecto en sus diferentes etapas, convirtiéndose en referencia y medios de consulta que además, permiten el manejo ambiental.



11		Ficha Técnica de Manejo Ambiental				Origen / Sustento			
						MIA-R B.4.1.1	Término Octavo Condicionante 1 y 3		
Medida establecida		Componente ambiental por proteger				Etapa y Actividad del Proyecto	Incidencia del impacto		
EJECUCIÓN del Programa de Acciones de Protección y Conservación de Flora Silvestre		Fauna	Flora	Suelo	Agua	Aire	Paisaje	PREPARACIÓN DEL SITIO	En la superficie a ocupar por el Proyecto
Tipo de Medida		Categoría de la medida				Estudios, Programas y/o Procedimientos de referencia	Normatividad ambiental aplicable		
Protección	Prevención	Mitigación	Compensación	Obra Ambiental				⊕ MIA-R del Proyecto ⊕ Programas generados como mitigación y compensación del componente flora	NOM-059-SEMARNAT-2001
Actividades e indicadores a Verificar y/o Monitorear									
1	Verificar que el rescate sea enfocado a recuperar especies que estén bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001 o de difícil propagación o lento crecimiento.								
2	Verificar que sea organizada una cuadrilla dirigida por personal especializado para el rescate, previamente capacitado sobre las especies a rescatar, la forma de extracción y cuidados para su manejo.								
3	Haber proporcionado la información mínima necesaria al personal encargado del rescate, por medio del apoyo de un manual o tríptico que contenga la descripción botánica de las estructuras vegetativas más evidentes como hojas, corteza, forma del árbol, altura y sexuales como flores, frutos y semillas, así como nombres comunes.								
4	Durante el rescate y previamente al desmonte, se deberá de poner atención especial a la presencia y retiro de las especies epífitas que se encuentren sobre los árboles a derribar de mayor envergadura.								
5	Que los organismos rescatados sean trasladados a un vivero con la finalidad de desarrollarse y utilizarse posteriormente en la restauración propuesta.								
6	Se deberán preparar previamente las instalaciones necesarias para el traslado temporal de los organismos rescatados: un vivero.								
7	Se deberá realizar un recorrido para marcar las plantas propicias para el rescate previamente a la entrada de la maquinaria y equipo de construcción en el área afectada.								
8	Verificar que en el vivero los organismos rescatados deben recibir los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo y aumenten sus probabilidades de supervivencia y aclimatación cuando se les trasplante en un lugar definitivo.								
9	Se recomienda utilizar el suelo proveniente del despalme como sustrato para las plantas rescatadas.								
10	Se deberá de efectuar un registro de supervivencia de los individuos rescatados por especie. Durante el primer año será mensual y el resto de su estancia en el vivero podrá ser semestral.								
11	En caso de que el índice de supervivencia sea bajo (< 80%), se recomienda reponer los individuos muertos en una proporción de 3:1.								
Cumplimiento Ambiental									
Indicadores					Evidencias del cumplimiento de la Medida				
Índice de eficiencia $e_i = \left(\frac{I}{K}\right) \times 100$					Actividades cubiertas con un Índice de eficiencia (e_i) =100				
Índice de supervivencia					Índice de supervivencia > 80%				
Colecta de datos		Área de colecta		Método de colecta		Umbral de alarma			
⊕ Cada mes durante el primer año de estancia en el vivero ⊕ Cada seis meses en los siguientes años de estancia en el vivero		Superficie elegida para la instalación del vivero provisional, específicamente platabandas y semilleros		⊕ Bitácora de trabajos ⊕ Bitácora de obra ⊕ Registro de supervivencia ⊕ Fotográfico		Índice de eficiencia (e_i) < 70% Índice de supervivencia < 80 %			

Tabla VI 2. Ejemplo del formato de la Ficha Técnica de Manejo Ambiental



Bitácora de trabajo

Se presentara la Bitácora de Trabajo, para el registro del cumplimiento de la implantación de las medidas de preservación, protección, prevención y mitigación que sean realizadas durante las diferentes etapas del Proyecto. La información base de la Bitácora de trabajo es:

Fecha en la que se realiza la supervisión.

- Descripción breve de los trabajos que se están realizando al momento de la supervisión.
- Mencionar acontecimientos relevantes suscitados durante el recorrido, si es que se presentaron.
- Anotar las condiciones climáticas generales al momento de la supervisión.
- En la celda correspondiente al cumplimiento de buenas prácticas, se debe anotar el grado de cumplimiento en la implantación de las medidas, de acuerdo a los criterios ya establecidos con antelación.
- Después de haber asentado la evaluación del cumplimiento de las medidas, se determina el promedio aritmético de estas, el cual se registra en la parte inferior de la columna.
- Cuando no se hayan realizado actividades para la implantación de la medida, entonces se marca con un 1 la celda correspondiente a hallazgos, para que en la parte final de la columna se registre el total de hallazgos durante el recorrido de supervisión.
- En la celda de comentarios se deben anotar referencias específicas que avalen la evaluación dada en el cumplimiento de buenas prácticas.
- Observaciones; se deben registrar acontecimientos detectados durante el recorrido que no se hayan considerado dentro de las medidas de mitigación.



Tabla VI 3. Ejemplo del formato de la Bitácora de Trabajo

BITÁCORA DE TRABAJO para el registro del cumplimiento de las medidas realizadas en la etapa de Preparación del sitio										
FECHA:										1.00 Cumple totalmente con la medida de mitigación, la cual es efectiva y constante
BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS:										0.50 Cumple de manera efectiva con la medida de mitigación, con alguna omisión ocasional
ACONTECIMIENTOS RELEVANTES:										0.60 Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida de mitigación
CONDICIÓN CLIMÁTICA:										0.40 Cumple parcialmente la medida de mitigación
										0.20 Inicia de forma incipiente, el cumplimiento de la medida de mitigación
										0.00 No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida de mitigación
										Esta valoración representa un HALLAZGO
										N.A. No aplica
Escala [0-100%]	Medidas establecidas	No.	Actividades e indicadores a Verificar y/o Monitorear	Evaluación del Cumplimiento Ambiental	Hallazgos	Períodos de colecta de datos				Comentarios
						Diario	Semanal	Quincenal	Mensual	
PREPARACIÓN DEL SITIO	VEGETACIÓN 11. Acciones de rescate de flora (plantas y germoplasma)	11.1	Verificar que el rescate sea enfocado a recuperar especies que estén bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2001 o de difícil propagación o lento crecimiento.				Durante el desmonte			
		11.2	Verificar que sea organizada una cuadrilla dirigida por personal especializado para el rescate, previamente capacitado sobre las especies a rescatar, la forma de extracción y cuidados para su manejo.				Durante el desmonte			
		11.3	Haber proporcionado la información mínima necesaria al personal encargado del rescate, por medio del apoyo de un manual o tríptico que contenga la descripción botánica de las estructuras vegetativas más evidentes como hojas, corteza, forma del árbol, altura y sexuales como flores, frutos y semillas, así como nombres comunes.						1 vez previo o durante el desmonte	
		11.4	Durante el rescate y previamente al desmonte, se deberá de poner atención especial a la presencia y retiro de las especies epífitas que se encuentren sobre los árboles a derribar de mayor envergadura.				Durante el desmonte			
		11.5	Verificar que los organismos rescatados sean trasladados a un vivero con la finalidad de desarrollarse y utilizarse posteriormente en la restauración propuesta.				Durante el desmonte			
		11.6	Verificar que sea realizado un recorrido para marcar las plantas propicias para el rescate previamente a la entrada de la maquinaria y equipo de construcción en las diferentes áreas a ser afectadas.				Previo y durante el desmonte			
		11.7	Verificar que en el vivero los organismos rescatados reciban los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo y aumenten sus probabilidades de supervivencia y aclimatación cuando se les trasplante en un lugar definitivo.				Previo y durante el desmonte			
		11.8	Utilizar el suelo proveniente del despalme como sustrato para las plantas rescatadas.				Durante el despalme			
		11.9	Verificar que se efectúe el registro de supervivencia de los individuos rescatados por especie. Durante el primer año será mensual y el resto de su estancia en el vivero podrá ser semestral.				Durante el desmonte			
		11.10	En caso de que el índice de supervivencia sea bajo (<80%), llevar a cabo la reposición de los individuos muertos en una proporción de 3:1.						Durante el desmonte	

Procedimientos para la prevención y protección

Los Procedimientos generales comprenden las medidas preventivas y de control para realizar las actividades necesarias para el desarrollo del proyecto de manera tal que se impacte lo menos posible al ambiente destinado para la construcción del Proyecto, sobre todo en labores diarias del personal en obra y prestadores de servicios. Los cuales se encuentran integrados en el Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción de Carreteras y se incluirán en el PMA los siguientes:

- ✓ Procedimiento de Manejo de Residuos No Peligrosos (Sólidos Urbanos) y Aguas residuales
- ✓ Procedimiento de Manejo de residuos Peligrosos y de Manejo Especial (Incluye Sustancias Químicas, Prevención y Atención a Derrames)
- ✓ Procedimiento Campañas de Capacitación y Seguridad laboral
- ✓ Programa de Mantenimiento Periódico de Equipo y Maquinaria de Obra

El personal requerido para la construcción del Proyecto deberá tener claro el objetivo y alcances del manejo ambiental integral al cual el Proyecto se encuentra sujeto; dado que todas las acciones a realizar y a valorar, son parte intrínseca de sus acciones y son ejecutadas a favor del medio ambiente; de ser llevadas a cabo correctamente simplificarían el manejo y minimizaría el impacto al mismo.

Programa de mitigación por etapa del Proyecto (Diagrama de Gantt)

Este tiene como propósito organizar y enmarcar la temporalidad necesaria para la realización de las diferentes medidas de preservación, protección, prevención y mitigación que han sido propuestas en el presente capítulo; que deberán ser programas y calendarizadas como parte de las actividades de la construcción del Proyecto, a fin de poder contar con presupuesto en el momento de su aplicación, ya que de su oportuna realización, dependen sus buenos resultados. Para el Proyecto en cuestión, se presenta la versión preliminar del **Programa de mitigación por etapa del Proyecto – Diagrama de Gantt** – en donde se observan las principales medidas que deberán ser monitoreadas para asegurar un adecuado desempeño ambiental durante la ejecución de la obra. Cabe señalar que a este Diagrama de Gantt será necesario incorporar aquellas medidas de mitigación y compensación que sean establecidas en los Términos y Condicionantes que la autoridad establezca para otorgar la autorización en materia de impacto ambiental como vía general de comunicación, así como la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

VI.2.2. Desarrollo de Indicadores de Seguimiento y Monitoreo Ambiental

La definición y observación de los indicadores permite, conocer el grado de integración ambiental logrado por el Proyecto, así como alertar sobre desviaciones o problemas



detectados, de tal forma que se tomen las medidas necesarias para solucionarlo e identificar las causas que lo originaron.

Los **indicadores ambientales** son estadísticas o parámetros que proporcionan información o tendencias de las medidas de preservación, protección, prevención y mitigación para minimizar el impacto ambiental generado por la construcción del Proyecto. Estos indicadores, pretenden proveer información de la aplicación de dichas medidas, así como la magnitud de la efectividad de las estrategias ambientales a implementar a lo largo del desarrollo del Proyecto, lo que se conoce como **desempeño ambiental**.

Para el caso del PMA los indicadores serán primordialmente de realización, ya que estos representaran las acciones requeridas para la aplicación de las medidas que hayan sido establecidas en la MIA-R. Una vez que el Proyecto sea puesto en marcha, junto con la Supervisión Ambiental del mismo, se podrán obtener otros índices que demostrarán el nivel de cumplimiento ambiental durante las diferentes etapas del mismo, así como el Desempeño Ambiental del Proyecto; todos estos resultados serán útiles en cualquier momento a lo largo del desarrollo de la construcción y operación del Proyecto en cuestión.

Índice de Desempeño Ambiental

$$IDA = \frac{ICA_{ij}}{M}$$

i = medida

j =

actividad

M = número de medidas totales del Proyecto



VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	i
DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS AMBIENTALES	i
(LÍNEA BASE; CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE CONTROL DE IMPACTOS; Y CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE CONTROL DE IMPACTOS).....	i
FUNDAMENTO JURÍDICO	i
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto	1
VII.1.1 DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO ACTUAL	1
VII.1.2 CRITERIOS PARA LA PROYECCIÓN DE ESCENARIOS	1
VII.1.3 EVALUACIÓN DE LA TENDENCIA AMBIENTAL	3
VII.2 Descripción y análisis del escenario TENDENCIAL sin proyecto.....	6
VII.3 Descripción y análisis de escenarios con proyecto.....	11
VII.4 Descripción y Análisis del Escenario SIN Considerar Medidas de Mitigación.....	14
VII.4.1. ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (5 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN ..	15
VII.4.2. ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (10 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN	16
VII.4.3. ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (20 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN	17
VII.5 Descripción y Análisis del Escenario Considerando las Medidas de Mitigación	18
VII.5.1. ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (5 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	19
VII.5.2. ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (10 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	20
VII.5.3. ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (20 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	20
VII.6 Pronóstico ambiental	22
VII.7 Evaluación de Alternativas	23
VII.8 Conclusiones.....	23



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII. 1 Indicadores de calidad ambiental del sistema.....	2
Tabla VII. 2 Parámetros de cambio considerados para estimar el efecto antrópico en cada unidad de paisaje	4
Tabla VII. 3. Valores considerados para estimar el efecto antrópico en cada unidad de paisaje	5
Tabla VII. 4. Estimación de condiciones actuales de cada atributo indicador por unidad de paisaje	7
Tabla VII. 5. Valor medio del índice de impacto estimado para el proyecto sin aplicar medidas de mitigación	11
Tabla VII. 6. Valor medio del índice de impacto estimado para el proyecto sin aplicar medidas de mitigación	11
Tabla VII. 7. Efecto estimado para el valor del índice de impacto actual a lo largo del tiempo en función de la resiliencia del sistema y la mitigación del proyecto.....	13
Tabla VII. 8. Resultados de la modelación del escenario al Corto Plazo SIN considerar mitigación.....	15
Tabla VII. 9. Resultados de la modelación del escenario al Mediano Plazo SIN considerar mitigación	16
Tabla VII. 10. Resultados de la modelación del escenario al Largo Plazo SIN considerar mitigación	17
Tabla VII. 11. Resultados de la modelación del escenario al Corto Plazo CON mitigación	19
Tabla VII. 12. Resultados de la modelación del escenario al Mediano Plazo CON mitigación.....	20
Tabla VII. 13. Resultados de la modelación del escenario al Largo Plazo CON mitigación.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII. 1. Atributos de calidad ambiental asignados por intervalo de valor evaluado para cada sitio	3
Figura VII. 2. Tendencia de cambio a lo largo del tiempo para cada factor de cambio considerado.....	5
Figura VII. 3. Resultados de calidad ambiental estimada para las unidades de paisaje dentro del SAR bajo diferentes escenarios tendenciales.....	8
Figura VII. 4. Tendencia de cambio sin proyecto para cada unidad de paisaje dentro del SAR.	9
Figura VII. 5. Población promedio registrada al 2010 y proyectada al 2040 para los municipios de: Abasolo, Escobedo, Frontera, Monclova, Múzquiz, Nadadores, Progreso, Sabinas y San Buenaventura.	10
Figura VII. 6. Tendencia de cambio Con proyecto Sin mitigación para cada unidad de paisaje dentro del SAR.	18
Figura VII. 7. Tendencia de cambio Con proyecto Sin mitigación para cada unidad de paisaje dentro del SAR.	22
Figura VII. 8. Tendencia de cambio esperada para cada unidad de paisaje dentro del SAR contrastando la tendencia proyectada para el sistema sin la modernización de la carretera (barras moradas) y la tendencia esperada con la modernización aplicando la mitigación correspondiente (barras verdes).	23



PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS AMBIENTALES

(LÍNEA BASE; CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE CONTROL DE IMPACTOS; Y CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE CONTROL DE IMPACTOS)

FUNDAMENTO JURÍDICO

Este capítulo se describe en función de lo que establece la Fracción VII del Artículo 13 del REIA, que dispone la obligación de incluir en la MIA-R los "Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas". En este sentido, se propondrán los pronósticos ambientales relevantes, ya que éstos permiten predecir el comportamiento del sistema ambiental sin el proyecto, con el proyecto pero sin medidas de mitigación y con el proyecto incluyendo las medidas de mitigación, a efecto de evaluar el desempeño ambiental del mismo, garantizando que se respetará la integridad funcional del ecosistema a partir de una proyección teórica de las posibles implicaciones ambientales que generaría el proyecto de manera espacial y temporal.

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

VII.1.1 DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO ACTUAL

El desarrollo generado por el cambio de economía rural a urbana en el Estado de Oaxaca, el grado cada vez mayor de urbanización del espacio y el impulso al crecimiento urbano-rural con consideraciones ambientales insuficientes, se expresa en el deterioro ambiental y modificación del paisaje en el Sistema Ambiental Regional que hoy en día se aprecia en toda la región en las inmediaciones de la ciudad de Oaxaca.

Para estimar el comportamiento tendencial de la calidad ambiental en el sistema bajo estudio, se aplicó una metodología para mediante la cual se presentan los escenarios ambientales considerados para este proyecto de modernización dentro del sistema bajo las siguientes proyecciones:

- A) *TENDENCIA DEDETERIORO EN LA REGIÓN SIN LA PARTICIPACIÓN DEL PROYECTO;*
- B) *ESCENARIO ESPERADO CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO SIN MITIGACIÓN ALGUNA (PEOR DE LOS ESCENARIOS) y*
- C) *ESCENARIO ESPERADO CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO APLICANDO TODA LA MITIGACIÓN SEÑALADA EN EL CAPITULO VI.*

VII.1.2 CRITERIOS PARA LA PROYECCIÓN DE ESCENARIOS

Para visualizar el estado que guardan los componentes del Sistema Ambiental Regional (SAR) en la actualidad, directamente sobre la zona donde será construido el libramiento de Oaxaca, y poder evaluar sus cambios esperados a futuro, con o sin el proyecto, como se señala anteriormente, se seleccionaron algunos componentes ambientales como indicadores del desempeño del sistema a lo largo del tiempo, cuyo análisis integrado se interpreta como una valoración de la calidad ambiental de los recursos naturales originales en el sitio. Estos indicadores fueron evaluados en cada una de las unidades de paisaje por donde cruza el proyecto incluyendo su derecho de vía, ya que su afectación directa se espera que ocurra dentro de esta área (DDV de 60 m); y de esta manera evaluar las afectaciones a estos indicadores ambientales debido a la construcción de esta carretera.

Estimación de la calidad ambiental

La calidad ambiental es un atributo de un sistema que queda integrado por la combinación de sus diversos componentes del medio físico, biótico y social. La calidad ambiental representa, por definición, las características cualitativas y/o cuantitativas inherentes al ambiente en general o medio particular, y su relación con la capacidad relativa de éste para satisfacer las necesidades del hombre y/o de los ecosistemas. La conforman las características cualitativas y cuantitativas de los elementos y procesos naturales, ecológicos y sociales del ambiente en general, que permiten el desarrollo, el bienestar individual y colectivo del ser humano y la conservación de la diversidad biológica; y que son susceptibles de ser modificados y degradados.

Esta calidad está dada por el funcionamiento integral de sus componentes, por lo que es importante de manera inicial reconocer y valorar algunos de dichos componentes a manera de indicadores.

En la Tabla VII.1 se hace referencia a los factores que fueron considerados como indicadores del estado de conservación o deterioro del sistema en el entorno del proyecto.

Tabla VII. 1 Indicadores de calidad ambiental del sistema

	Factor	Indicador
Medio abiótico	Suelo	Sensibilidad a la Erosión ante el despalme dada por propiedades texturales, estructura y contenidos de materia orgánica
		Presencia de evidencias de erosión
		Presencia de evidencia de sellamiento de superficie por infraestructura
	Hidrología	Presencia de ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados
		Cruce por intermitentes que pudieran ser afectados
		Presencia de humedales o zonas inundables
Geomorfología	Cambios en el relieve original existente	
Medio biótico	Vegetación y Uso de suelo	Tipo de vegetación que será afectada en función de su resiliencia
		Predominancia de formas vegetales (árboles, arbustos, hierbas, vegetación secundaria)
		Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener
		Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar (Índice de Pielou)
		Uso del suelo aledaño al sitio
	Fauna	Riesgo de atropello en el sitio y radio de 1Km
		Presencia de especies protegidas, endemismos o especies generalista y oportunistas
		Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener
		Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar (Índice de Pielou)
		Evidencia de atropello de fauna silvestre (vialidad cercana o aledaña)

A partir de los anteriores indicadores, se evaluó en campo cada uno de los sitios donde se realizarán las obras de construcción de la carretera, para caracterizar mediante una escala ordinal, la condición ambiental de cada una de las variables en una escala de 1 a 5, con criterios de evaluación estandarizados para evitar sesgos. Una escala ordinal (categórica y comparativa) ubica al objeto con números que indican su posición relativa con relación a otros objetos, lo que permite calcular percentiles, cuartiles, medianas, correlaciones, entre otros.

De acuerdo a la evaluación individual de los indicadores, se obtuvo un valor indicativo de calidad ambiental sumando las evaluaciones individuales de cada indicador, considerando que el máximo de puntos (85) corresponden al sitio con mayor afectación o incidencia antrópica y por consiguiente, el sitio con menor calidad ambiental, mientras que valores bajos (17) corresponden a sitios no perturbados (prístinos). En este sentido, y considerando una distribución normal de los valores ordinales, para efectos de este estudio se definió la siguiente escala de calificación de condiciones de calidad ambiental:

sumatoria entre:		Clase de calidad
> 88		Inexistente; urbano
87	79	Deteriorada
78	70	Muy baja
69	61	Baja
60	52	Moderada
51	43	Regular
42	34	Aceptable
33	25	Alta
24	16	Muy alta
< 15		Pristina

Figura VII. 1. Atributos de calidad ambiental asignados por intervalo de valor evaluado para cada sitio

A partir de lo anterior se obtuvo una matriz de calificación y su gráfico correspondiente que refleja la condición actual de cada unidad de paisaje dentro del SAR en la que será realizada la modernización de la carretera, en términos de una valoración cualitativa de su calidad ambiental integral. Esta información se consideró como el punto de partida para realizar la proyección de escenarios posibles al corto (en aproximadamente 5 años), mediano (en 10 años) y largo plazos (en 20 años).

VII.1.3 EVALUACIÓN DE LA TENDENCIA AMBIENTAL

Criterios de evaluación

La calidad ambiental suele ser afectada por la incidencia de factores de cambio, tanto naturales como antrópicos, los que puede ocasionar pérdidas en los niveles de dicha calidad a partir de la reducción en las condiciones prístinas que guarden sus componentes. Por ello, para poder modelar los cambios en la calidad ambiental de cada unidad de paisaje dentro del SAR, fue necesario identificar los factores de cambio antrópico y naturales que pudieran incidir sobre ésta.

Factores de cambio

Un factor de cambio es un parámetro cuya evolución en el tiempo incide negativa o positivamente en la condición natural de algún factor ambiental (indicador); y ello consecuentemente en la calidad ambiental de cada sitio y del sistema en lo general. En este sentido, en la siguiente tabla se muestran los factores de cambio que fueron considerados en este sistema ambiental para modelar la evolución en el tiempo esperada para cada una de las unidades de paisaje dentro del SAR.

Tabla VII. 2 Parámetros de cambio considerados para estimar el efecto antrópico en cada unidad de paisaje

Parámetros de cambio	
Tasa de incremento poblacional	Cambio en la población durante un período expresado a menudo como un porcentaje del número de individuos existentes en un país o lugar a fines de un año sobre la población inicial en el mismo año.
Tasa de deforestación	Razón de pérdida de bosque en determinada área con respecto al total preexistente, en un periodo de tiempo.
Tasa de cambio de uso de suelo forestal	El cambio en la cobertura y uso del suelo proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una zona determinada
Tasa de Incremento en la erosión	Tasa de cambio por la remoción del suelo por agentes físicos, como el agua o el viento, por las cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas.
Tasa incremento TDPA	Volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado
IKA (índice kilométrico de atropello en la vialidad o vialidades aledañas)	Los IKA estimados, como una medida de frecuencia, obtenido de dividir el número de atropellos esperados por el de kilómetros prospectados.

En este caso, se considera que el principal factor de cambio en esta zona será antrópico y estará dado por incrementos en el índice de erosión, incrementos en la tasa regional de deforestación y en la tasa de cambio de uso de suelo forestal por uso antrópico; así como por la propia tasa de incremento en el tránsito promedio diario anual (TDPA) esperada para la carretera una vez que sea construida. Asimismo, el incremento en la cantidad de población en los municipios dentro del SAR en que incide el proyecto, es importante ya que se espera que derivado de dicho crecimiento en la cantidad de población, los cambios atribuidos a actividades humanas en este sistema socio-ambiental sean significativos, como se ha visto en otras regiones de nuestro país, en donde el incremento poblacional aumenta las necesidades de tierra, recursos y espacio dedicadas al beneficio antrópico, a expensas de los recursos naturales existentes.

Para poder modelar el efecto sobre el sistema de cada uno de estos factores de cambio, independientes a las obras que se contemplan en este proyecto, se realizaron las proyecciones de la evolución en el tiempo para el corto, mediano y largo plazo de los mismos, utilizando para ello datos bibliográficos, estadísticas de población y otro tipo de fuentes de información oficiales. En las siguientes gráficas se presentan los factores de cambio que se consideraron en este estudio para modelar las tendencias esperadas en el SAR a lo largo del tiempo, con y sin la realización del proyecto de libramiento.

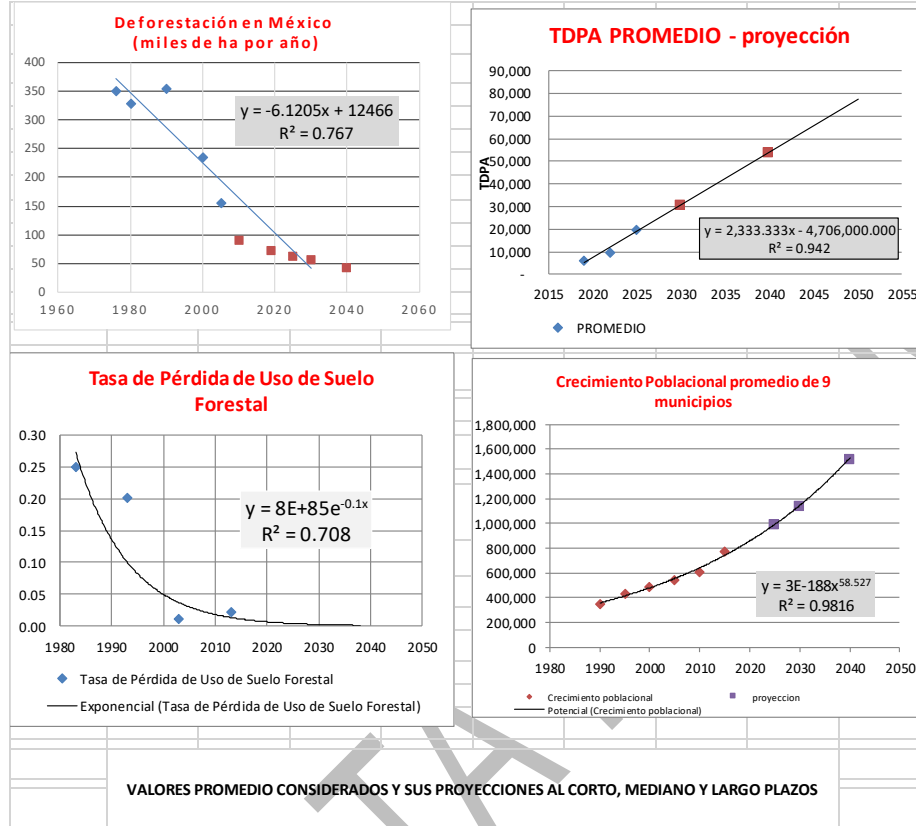


Figura VII. 2. Tendencia de cambio a lo largo del tiempo para cada factor de cambio considerado.

Las anteriores gráficas han sido generadas para estimar los modelos con mejor ajuste que permitan proyectar las tendencias de cambio en el tiempo de los factores con un alto valor del coeficiente de determinación (R^2) que es indicio de la bondad del ajuste.

En la realización de estas gráficas y en los modelos estimados para cada variable se incluyeron los valores que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla VII. 3. Valores considerados para estimar el efecto antrópico en cada unidad de paisaje

INPUT DE DATOS:	Actual	5 años	10 años	20 años	CONSIDERACIONES DEL MODELO
	2019-2020	2025	2030	2040	
PARAMETROS DE CAMBIO	T0	T1	T2	T3	
POBLACION ACTUAL PROMEDIO DE 9 MUNICIPIOS	825,723	982,333	1,134,859	1,513,025	
TASA INCREMENTO POBL	0.890	0.841	0.728	0.546	
TASA DEFORESTACION EN MEXICO	0.799	0.687	0.607	0.472	se tiende a reducir el custf
DEFORESTACIÓN EN MEXICO (Ha) SEGÚN LA FAO	71.97	61.94	54.66	42.57	



INPUT DE DATOS:	Actual	5 años	10 años	20 años	CONSIDERACIONES DEL MODELO
	2019-2020	2025	2030	2040	
PARAMETROS DE CAMBIO	T0	T1	T2	T3	
TASA CAMBIO USO DE SUELO FORESTAL	0.01	0.01	0.01	0.00	se tiende a reducir el custf
PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN EN MEXICO (Ha)					
TASA EROSIÓN	200	200	200.00	200.00	
TDPA ESTIMADO PARA EL PROYECTO		1.0000	1.0000	1.0000	
TASA INCREMENTO TDPA		3.33	5.11	9.00	
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN ESPERADA	90	110	110	110	
TASA INCREMENTO VELOCIDAD		1.22	1.22	1.22	
INCREMENTO EN IKA ESTIMADO	0.01	0.03	0.06	0.08	aumenta muy poco el IKA por transito
RESILIENCIA DEL SITIO:	1		FACTOR DE AJUSTE A DEFORESTACIÓN POR RESILIENCIA		
INDICE ESTIMADO DE PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN FUNCIÓN DE LA RESILIENCIA DEL SITIO (VARIACIÓN PORCENTUAL)	BAJA= 1	0.69	0.61	0.47	supuestos de reducción gradual en perdida
	ALTA= 2	0.89	0.79	0.61	

A partir de las anteriores proyecciones, por medio de modelos individuales definidos para cada parámetro ambiental expresamente para este estudio, se realizaron cálculos sobre la valoración de calidad en cada uno de los indicadores de la calidad ambiental, para obtener una proyección aproximada de escenarios tendenciales de cada una de las unidades ambientales por donde cruza el proyecto, realizando estimaciones numéricas para el corto, mediano y largo plazos.

Es importante señalar que, en el área de estudio, dado que predomina la vegetación de tipo **pastizal inducido y vegetación de matorral y selva seca**, se considera que existe una baja capacidad de resiliencia natural en el sitio; factor que también fue tomado en consideración en esta modelación como se aprecia en la anterior tabla, con supuestos de una baja recuperación gradual de la cobertura vegetal de forma natural. En este sentido, si bien existen factores de cambio antrópicos que contribuyen a la disminución de la calidad ambiental en el sitio con el paso del tiempo, la vegetación en el sistema presentará una respuesta natural de recuperación lenta, que se verá reflejada al mediano y largo plazos.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO TENDENCIAL SIN PROYECTO

Una vez realizado el trabajo en campo a lo largo de todo el proyecto carretero a construir, se valoraron las condiciones iniciales de cada unidad de paisaje a lo largo de las mismas, lo que se plasmó en calificación del estado que guarda cada factor ambiental dentro de cada unidad de paisaje en el SAR obteniendo la siguiente tabla de criterios de calidad y atributos de cada indicador ambiental:



Tabla VII. 4. Estimación de condiciones actuales de cada atributo indicador por unidad de paisaje

UNIDAD DE PAISAJE	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL ACTUAL (2019-2020)																	SUMATORIA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL SITIO
	INDICADORES ABIÓTICOS							INDICADORES BIÓTICOS										
	SUELO			HIDROLOGIA		GEOMORFOLOGIA		VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO					FAUNA					
	Las propiedades de suelo reflejan que el sitio es sensible a la erosión al despatarlo	Se observa en el sitio la presencia de evidencias de erosión	Se observa en el sitio el sellamiento de la superficie por infraestructura	Existen ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados	La carretera actual cruza cauces intermitentes	Hay humedales o zonas inundables	Relieve original existente	Tipo de vegetación en el sitio ordenada con base en su capacidad natural de resiliencia	La zona cuenta con	Diversidad Alta en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener: H' (ver fórmula en anexo)	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou: E (ver fórmula en anexo)	Uso del suelo alejado al polígono por afectar	Riesgo de atropello de fauna en el sitio por afectar: Índice de radio de 1 km	El sitio por afectar alberga:	Diversidad Alta en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener: H' (ver fórmula en anexo)	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou: E (ver fórmula en anexo)	Evidencia de atropello de fauna silvestre en sitio (tomo cercano o alejado)	
	5 si alta sensibilidad, 3 moderada sensibilidad, 1 baja sensibilidad	1 ninguna, 2 surcos, 3 piedraca, 5 cicravas	1 no, 5 si	1 no hay escumientos o los hay pero no seran afectados, 2 hay algunos escumientos muy poco sensibles a ser afectados, 3 hay escumientos susceptibles de afectación, 4 hay escumientos muy susceptibles a ser afectados, 5 hay muchos escumientos fuertemente susceptibles a ser afectados	1 cruza cauces y cada uno cuenta con alcantarilla, 2 cruza cauces y vados cuentan con alcantarilla, 4 cruza cauces y solo algunos llenan alcantarilla, 5 cruza cauces y no hay alcantarillas	0.25 muchos, 1 si algunos, 5 no hay humedales	1 sin alteraciones al relieve, 2 existen cortes pequeños, 3 existen cortes medianos, 4 existen cortes medianos y algunos fuertes, 5 predominan fuertes cortes	0 nada, 1 solo hierbas, 2 arbustos pequeños, 3 arbustos y algunos árboles, 4 árboles y algunos arbustos, 5 gran cantidad de árboles	5 secundaria, 4 bosque tropical húmedo, 3 bosque templado, 2 zona árida	5 Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad = (de 1.6 a 2.9); 3: Moderada/alta diversidad = (de 3.0 a 3.6); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)	5 Baja uniformidad E = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad E = (de 0.26 a 0.50); 3: Moderada/alta uniformidad E = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad E = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad E = (de 0.81 a 1.0)	1 tipo de vegetación silvestre poco alterada, 2 vegetación silvestre con algunos parches antropizados, 3 rielcos de vegetación original en zona antropizada, 4 zona muy antropizada con ecosos rielcos, 5 zona totalmente antropizada	muy bajo (presencia hasta 2 especies); 4 bajo (de 3 a 5 especies); 3 moderado (6 a 10 especies); 2 alto (de 11 a 15 especies); 1 Muy alto (16 o más)	5 Ausencia de especies protegidas (NOM-059); 4 presencia de una especie protegida, 3 presencia de 2 a 4 especies protegidas, 2 presencia de 5 a 7 especies protegidas y 1 presencia de 8 o más especies protegidas	5: Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad = (de 1.6 a 2.9); 3: Moderada/alta diversidad = (de 3.0 a 3.6); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)	5: Baja uniformidad E = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad E = (de 0.26 a 0.50); 3: Moderada/alta uniformidad E = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad E = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad E = (de 0.81 a 1.0)	1 no, 5 si	
Montañas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	5	5	1	4	5	5	3	5	3	4	4	3	2	3	4	4	5	65
Lomeríos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	3	1	1	4	5	5	1	5	1	4	4	3	2	3	4	4	5	57
Piedmontes de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	3	1	5	4	5	5	1	5	2	5	5	4	3	4	5	5	5	67
Valles formados por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	1	1	5	4	5	1	1	5	2	5	5	4	4	5	5	5	5	63

VALORACIONES PARA ESCENARIO ACTUAL.

Las proyecciones tendenciales a partir de este escenario para la calidad ambiental general de cada unidad de paisaje se presentan en la figura VII.3.



RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
ESCENARIO ACTUAL EN EL SAR		2019-2020
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL ACTUAL (2019-2020)
Montañas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	70	Muy baja
Lomeríos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	62	Baja
Piedemontes de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	78	Muy baja
Valles formados por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	74	Muy baja
ESTIMADO MEDIO	72	Muy baja

ESCENARIO ACTUAL

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
CORTO PLAZO SIN PROYECTO		2025
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL CORTO PLAZO SIN PROYECTO (2025)
Montañas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	73	Muy baja
Lomeríos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	64	Baja
Piedemontes de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	75	Muy baja
Valles formados por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	72	Muy baja
ESTIMADO MEDIO	72	Muy baja

CORTO PLAZO SIN PROYECTO

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO		2030
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO (2030)
Montañas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	75	Muy baja
Lomeríos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	67	Baja
Piedemontes de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	78	Muy baja
Valles formados por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	74	Muy baja
ESTIMADO MEDIO	74	Muy baja

MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
LARGO PLAZO SIN PROYECTO		2040
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL LARGO PLAZO SIN PROYECTO (2040)
Montañas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	76	Muy baja
Lomeríos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	67	Baja
Piedemontes de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	78	Muy baja
Valles formados por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	74	Muy baja
ESTIMADO MEDIO	75	Muy baja

LARGO PLAZO SIN PROYECTO

Figura VII. 3. Resultados de calidad ambiental estimada para las unidades de paisaje dentro del SAR bajo diferentes escenarios tendenciales

Bajo las anteriores valoraciones, y considerando la acción de los distintos factores de cambio antrópico que actúan sobre la zona, para los próximos 5 años (corto plazo), 10 años (mediano plazo) y 20 años (largo plazo); y sin la modernización del proyecto, se tendría el siguiente gráfico estimado de calidad ambiental integral para cada unidad de paisaje dentro del SAR bajo estudio (figura siguiente):

Se considera una resiliencia natural del sistema= **Baja**

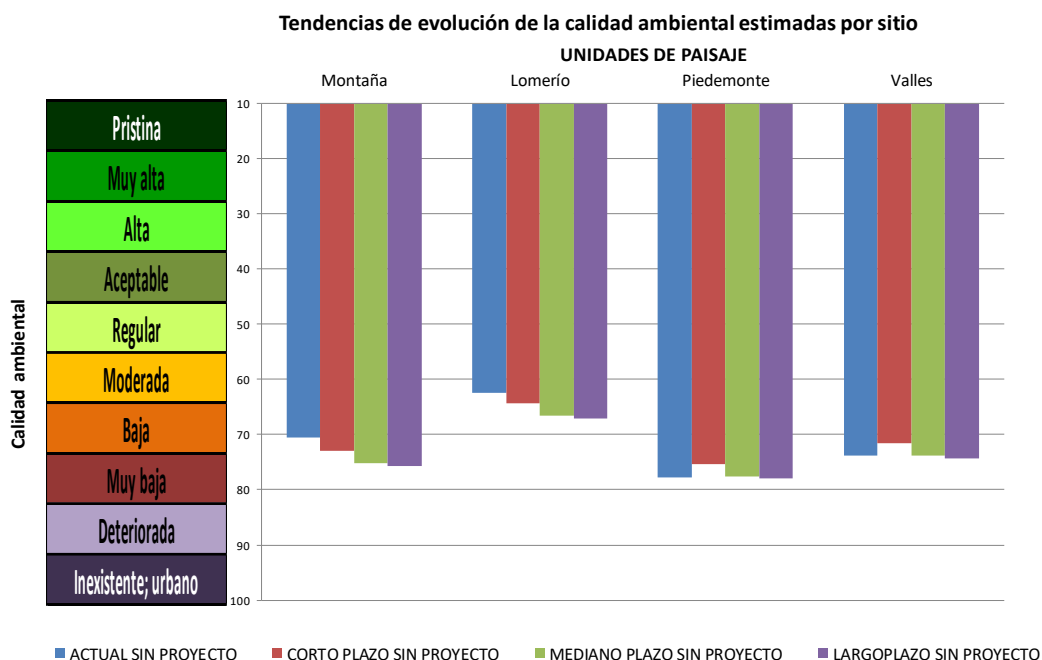


Figura VII. 4. Tendencia de cambio sin proyecto para cada unidad de paisaje dentro del SAR.

Del anterior gráfico se desprende que, con base en la escala establecida para identificar sitios con alta calidad ambiental integral en esta valoración, la mayoría de las unidades de paisaje hoy en día reflejan una calidad de moderada a muy baja, particularmente se puede señalar que las unidades de paisaje de lomeríos son las que mejor calidad reflejan, mientras que las unidades de Piedemonte y los valles son los que mayor actividad antrópica presentan y por consecuencia, mayor deterioro de sus componentes ambientales. Sin la realización del proyecto, se espera que al corto, mediano y largo plazos, las condiciones de calidad sean muy similares a las actuales; particularmente en las unidades de piedemonte y valles, en las que el cambio de paisaje natural a paisaje antrópico ha sido considerable, reflejando ya una muy baja calidad ambiental. A diferencia de ello, se observa que las unidades de paisaje con mejor grado de calidad (Montaña y lomeríos) tenderán a irse deteriorando a lo largo del tiempo, pasando de calidad baja a muy baja para el 2030 y 2040 en el caso de la unidad de montaña, y de moderada a baja en el caso de la unidad de lomeríos.

Es importante señalar que al mediano y largo plazos, los efectos en el cambio de las condiciones, de seguir tal y como están ahora, se irán deteriorando gradualmente como resultado de la interacción de varios factores, principalmente el incremento en el número poblacional de los municipios estudiados dentro del SAR (figura VII.4). Resultado de ello se identifica la pérdida de calidad hacia el mediano y largo plazos en la zona, posiblemente derivado de la necesidad de incremento en espacio o aprovechamiento de recursos por crecimiento poblacional.

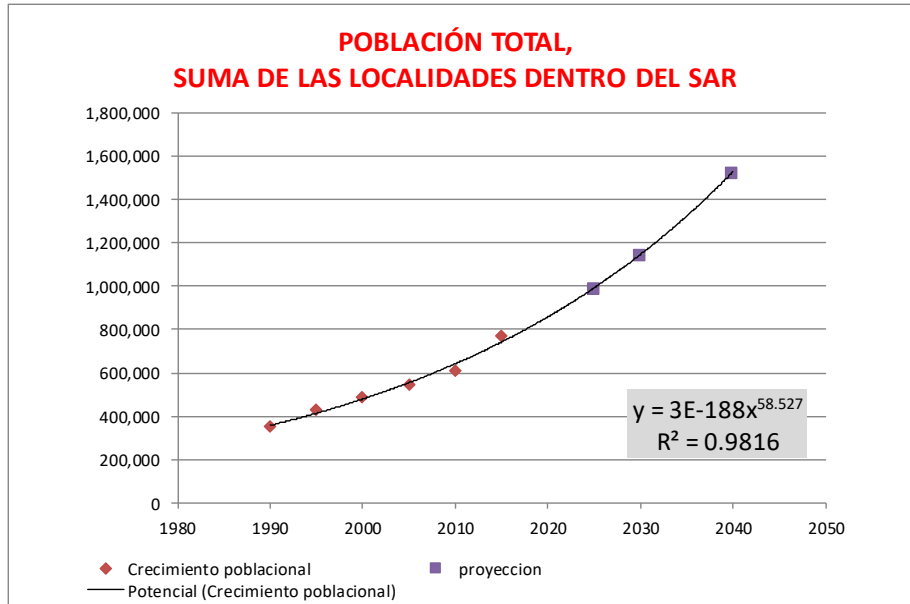


Figura VII. 5. Población promedio registrada al 2015 y proyectada al 2040 en los municipios dentro del SAR.

Del anterior análisis se puede concluir que la tendencia esperada para la zona, independientemente de la realización de la carretera, es al lento deterioro con respecto a el estado que actualmente guarda, como resultado de la inercia existente y el incremento en la cantidad de habitantes en los municipios bajo estudio dentro del SAR.

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS CON PROYECTO.

Considerando el mismo modelo para estimar la calidad ambiental actual de las diferentes unidades de paisaje dentro del SAR, se incluyeron los efectos de la introducción del proyecto a partir de la valoración de impactos ambientales que se practicó como parte del capítulo VI de este estudio. El valor promedio del índice de impacto ambiental (Bojórquez-Tapia et al 1998) estimado en el capítulo VI en condiciones del proyecto sin y con mitigación fueron introducidos en el modelo como a continuación se señala.

Estimación del valor del impacto ambiental en las proyecciones

La estimación del efecto del proyecto en el sistema bajo el peor de los escenarios (introducción del proyecto SIN mitigación), implica el integrar la evaluación del impacto ambiental realizada en el capítulo V de este estudio, como un factor de cambio adicional y severo sobre la tendencia natural de cambio que lleva el sistema. Para ello, en este estudio se identificaron los valores promedio del índice de impacto, estimado a partir de la metodología de Bojórquez-Tapia et al. (1998). Se obtuvieron los promedios por sitio en términos de los factores abióticos, flora y fauna como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla VII. 5. Valor medio del índice de impacto estimado para el proyecto sin aplicar medidas de mitigación

SIN MITIGACION	
	Índice de Impacto
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN AIRE, GEOMORFOLOGÍA, SUELO E HIDROLOGÍA	-0.545
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN FLORA	-0.642
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN FAUNA	-0.887

Asimismo, y una vez definidas las acciones de mitigación y evaluado el nuevo índice de impacto, considerando la mitigación propuesta por este estudio en su capítulo VI, se promediaron dichos índices para obtener el valor correspondiente al proyecto real, CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS. El resultado de estos promedios se muestra en la siguiente tabla:

Tabla VII. 6. Valor medio del índice de impacto estimado para el proyecto sin aplicar medidas de mitigación

CON MITIGACION	
	Índice de Impacto
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN AIRE, GEOMORFOLOGÍA, SUELO E HIDROLOGÍA	-0.312
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN FLORA	-0.365
PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO EN FAUNA	-0.608



A partir de la inclusión en el modelo de cada variable indicadora del factor de impacto ambiental bajo uno y otro caso, se obtuvo el valor de la calidad ambiental actual con proyecto bajo dos escenarios, sin y con la aplicación de medidas de mitigación. No obstante, para poder evaluar la tendencia de cambio en el tiempo de dichos índices de impacto, y poder proyectar las tendencias de cambio en la calidad ambiental esperada bajo estos dos escenarios al corto, mediano y largo plazos, se determinó incluir además el efecto de la resiliencia en la recuperación natural de las afectaciones ocasionadas por el proyecto. Para ello se elaboraron unas tablas para cada sitio de realización de las obras en los que se proyectaron los valores del índice de impacto bajo ciertos supuestos de capacidad natural de recuperación; supuestos basados en el tipo de ecosistemas y climas presentes en el área bajo estudio.

Por efectos de escala (la valoración de calidad de los factores ambientales se realiza en números enteros, mientras que el índice de impacto se representa con decimales), los valores del índice de impacto fueron convertidos a sus parámetros originales de Magnitud, Extensión y Duración, despejando la fórmula presentada por Bojórquez Tapia, y su promedio fue utilizado en los modelos para lograr la proyección al corto mediano y largo plazos.

En función de la intensidad de los impactos y la diferente sensibilidad de los factores abióticos, flora y fauna hacia ellos, se atribuyeron fracciones diferentes del índice que se verían reducidos a partir de la respuesta natural del sistema, lo que forman parte de los supuestos de este modelo ya que resulta difícil poder aseverar a ciencia cierta qué proporción de los componentes ambientales afectados se recupera de manera natural a partir de un impacto. No obstante, permiten **visualizar las tendencias de cambio de manera comparativa entre un escenario con y sin la aplicación de las medidas de mitigación**, lo que permite ver la importancia de realizar la mitigación de las obras propuestas.

A continuación, se presenta la tabla de proyección del índice de impacto con los valores considerados y supuestos de recuperación proporcional en los factores ambientales atribuidos a la capacidad de resiliencia del sistema dentro del modelo aplicado.



Tabla VII. 7. Efecto estimado para el valor del índice de impacto actual a lo largo del tiempo en función de la resiliencia del sistema y la mitigación del proyecto

EFECTO ESTIMADO DE LA RESILIENCIA NATURAL DEL SISTEMA EN EL VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO		VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO BOJORQUEZ ESPERADO EN EL TIEMPO			EFECTO EN EL ÍNDICE DE IMPACTO DE BOJORQUEZ RESULTADO DE RESILIENCIA Y MITIGACIÓN			SUPUESTOS DEL EFECTO RESILIENTE Y LA CAPACIDAD DE MITIGACIÓN DEL PROYECTO
VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz sin mit)	Ti= 5 años	Ti= 10 años	Ti= 20 años	Ti= 5 años	Ti= 10 años	Ti= 20 años	
PEOR DE LOS ESCENARIOS, IMPACTO SIN MITIGACIÓN	prep sito, const & oper	Sistema de baja resiliencia			Sistema de baja resiliencia			Considerando que...
Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.545	-0.643	-0.632	-0.612	-0.611	-0.600	-0.582	5% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
Promedio del índice de impacto en flora	-0.642	-0.740	-0.728	-0.709	-0.666	-0.655	-0.638	10% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
Promedio del índice de impacto en fauna	-0.887	-0.985	-0.974	-0.955	-0.838	-0.828	-0.811	15% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz sin mit)	Ti= 5 años	Ti= 10 años	Ti= 20 años	Ti= 5 años	Ti= 10 años	Ti= 20 años	
PEOR DE LOS ESCENARIOS, IMPACTO SIN MITIGACIÓN	prep sito, const & oper	Sistema de alta resiliencia			Sistema de alta resiliencia			Considerando que...
Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.545	-0.555	-0.554	-0.552	-0.444	-0.443	-0.441	20% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
Promedio del índice de impacto en flora	-0.642	-0.652	-0.650	-0.648	-0.391	-0.390	-0.389	40% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
Promedio del índice de impacto en fauna	-0.887	-0.897	-0.896	-0.894	-0.493	-0.493	-0.492	45% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz con mit)	Ti= 5 años	Ti= 10 años	Ti= 20 años	Ti= 5 años	Ti= 10 años	Ti= 20 años	
ESCENARIO REAL DE IMPACTO CON MITIGACIÓN	prep sito, const & oper	Sistema de baja resiliencia			Sistema de baja resiliencia			Considerando que...
Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.312	-0.214	-0.225	-0.244	-0.118	-0.124	-0.134	5% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y un 40% con la mitigación
Promedio del índice de impacto en flora	-0.365	-0.279	-0.289	-0.306	-0.139	-0.145	-0.153	10% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y 40% con la mitigación
Promedio del índice de impacto en fauna	-0.608	-0.379	-0.406	-0.451	-0.171	-0.183	-0.203	15% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y 40% con la mitigación
VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz con mit)	Ti= 5 años	Ti= 10 años	Ti= 20 años	Ti= 5 años	Ti= 10 años	Ti= 20 años	
ESCENARIO REAL DE IMPACTO CON MITIGACIÓN	prep sito, const & oper	Sistema de alta resiliencia			Sistema de alta resiliencia			Considerando que...
Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.312	-0.184	-0.199	-0.224	-0.074	-0.080	-0.090	20% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y un 40% con mitigación
Promedio del índice de impacto en flora	-0.365	-0.253	-0.266	-0.288	-0.051	-0.053	-0.058	40% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y un 40% con la mitigación
Promedio del índice de impacto en fauna	-0.608	-0.310	-0.345	-0.403	-0.047	-0.052	-0.061	45% del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema y un 40% con la mitigación

Proyección de la tendencia de cambio en la calidad ambiental

Dos escenarios: sin y con la aplicación de medidas de mitigación

La proyección con el proyecto debe realizarse sobre un escenario que de por sí lleva una tasa natural de cambio, misma que se presentó en incisos anteriores, donde se aprecia la tendencia a la disminución gradual en la calidad ambiental al paso del tiempo en las diferentes unidades del SAR, en mayor o menor medida.

Sobre los modelos elaborados para cada unidad de paisaje, con el fin de proyectar el escenario con el proyecto sin y con las medidas de mitigación, se incluyeron los valores del índice de impacto ambiental esperado tendencialmente, a raíz de la recuperación del sitio por los procesos de resiliencia (valores estimados por el procedimiento que se presentó en la tabla anterior).

Como resultado de estas proyecciones se elaboraron dos gráficos comparativos para un escenario de evolución de la calidad ambiental esperada en cada unidad de paisaje dentro del SAR considerando la construcción del proyecto *Sin aplicar* medidas de mitigación, y la construcción de éste aplicando todas las medidas propuestas. A continuación, se presentan los resultados que arrojan estos modelos para ambos escenarios.

VII.4 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN CONSIDERAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A) Calidad ambiental SIN medidas de mitigación

Para visualizar el estado que guardan los componentes del sistema ambiental en la actualidad directamente sobre la zona que será ocupada por la construcción del libramiento de Oaxaca y poder evaluar los cambios esperados a futuro, con o sin el proyecto, se seleccionaron algunos componentes ambientales como indicadores del desempeño del sistema. Estos indicadores fueron evaluados a lo largo del proyecto y dentro del derecho de vía considerado para este proyecto, donde se espera que ante la ejecución de la obra se darían las afectaciones más fuertes sobre aves, mamíferos y reptiles, debidas a la operación del proyecto, lo que implica tránsito, ruido, vibraciones, luces etc.; así como a los efectos directos por el desmonte y despalle, cambios en las propiedades de los suelos inmediatos a la carretera y el efecto a poblaciones animales por atropellamiento. Todas estas afectaciones potenciales fueron evaluadas en el capítulo V de este estudio.

Como se mencionó en el capítulo V, se estimó el efecto de las distintas obras que implicaría el proyecto bajo dos condiciones extremas: 1) construcción de la carretera proyectada SIN incluir ningún tipo de medida de mitigación, lo que implica el peor de los escenarios y 2) construcción de la carretera proyectada bajo las condiciones en que se está considerando la presente obra, CON un diseño de proyecto que busca reducir el impacto en las zonas con buena cobertura vegetal y tomando una serie de medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación de cualquier impacto atribuible a la obra. La intención de la mitigación del proyecto es reducir las afectaciones ambientales e incrementar la calidad ambiental existente en la medida de lo posible en algunos sitios del SAR, e incluso en el área del proyecto, de tal suerte que el proyecto contribuya al desarrollo y recuperación ambiental en la zona.

A partir de ambas condiciones, se modelaron dos grupos de escenarios: al corto, mediano y largo plazos, siguiendo la modelación que se presenta en incisos anteriores para el efecto en la calidad ambiental de cada polígono con la construcción



del proyecto sin ninguna mitigación ambiental, y con la aplicación de medidas de mitigación. A continuación, se presentan los resultados de estas modelaciones y su interpretación en el contexto del sistema ambiental.

VII.4.1. ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (5 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN

De acuerdo con los resultados resumidos del modelo (tabla siguiente), al construir el proyecto sin considerar mitigación, después de 5 años de haber construido la carretera en un entorno de por si deteriorado, se esperaría un considerable incremento en el deterioro existente para el corto plazo sin la instalación del proyecto (condición muy similar a la calidad actual). Lo anterior se considera debido a que se trata de la construcción de una carretera en un entorno nuevo, que aunque ambientalmente tiene calidad baja y muy baja, la construcción de la carretera conllevaría mayores afectaciones a las superficies dentro y fuera del derecho de vía y que estima que los mayores impactos estarían dados por la remoción de vegetación, afectación directa a la fauna de hábitos fosoriales y de lento desplazamiento, así como por residuos y materiales de excavación dispuestos sin control en el sitio; bloqueo al movimiento de fauna, incremento en el índice de atropellos y mayor penetración antrópica en zonas que hoy en día se han conservado. Si bien se espera que el sistema gradualmente se recupere de estas afectaciones, dada la baja capacidad de resiliencia natural existente, se esperaría que en zonas hoy inaccesibles de montaña, donde se requieren cortes, nivelaciones y mayor volumen de desmonte, la calidad ambiental pasara de baja (hoy en día) a muy baja dentro de 5 años.

Tabla VII. 8. Resultados de la modelación del escenario al Corto Plazo SIN considerar mitigación

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
CORTO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN		2025
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL CORTO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN - EL PEOR DE LOS ESCENARIOS- (2025)
Montañas de rocas igneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	80	Deteriorada
Lomeríos de rocas igneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	64	Baja
Piedemontes de rocas igneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	78	Muy baja
Valles formados por rocas igneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	74	Muy baja
ESTIMADO MEDIO	76	Muy baja

Asimismo, como se observa en la gráfica de resultados de la figura VII.6 y en la tabla anterior, las unidades de piedemonte y valles mostrarían un similar nivel de deterioro al que existe actualmente derivado de que ambas unidades están fuertemente deterioradas por actividad urbana, agrícola, ganadera, y zonas con fuertes evidencias de erosión. El no aplicar medidas de mitigación restringe fuertemente las posibilidades de la zona para recuperarse y contar con una mejor calidad ambiental, y



aceleraría el deterioro esperado de forma tendencial. La calificación general de la región sería muy baja de construirse el proyecto sin mitigación.

VII.4.2. ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (10 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN

De forma similar al modelo anterior, se estimo el efecto del proyecto después de 10 años de haber sido construida la carretera, y considerando una baja capacidad de resiliencia del sistema, así como una existente baja calidad ambiental en el SAR. A diferencia del anterior escenario, se observa que, para una proyección a 10 años, la calidad ambiental se sigue reduciendo aunque a un ritmo menor, lo que podría atribuirse a la capacidad de resiliencia natural del sistema, la que aunque es baja, en 10 años le permitiría recuperarse parcialmente de los impactos ocasionados. El caso de mayor deterioro sobre la condición actual se esperaría en las unidades de montaña y los lomeríos ya que su calidad es de moderada a baja, atribuible al menor acceso y a que los dueños de los terrenos en estas zonas son poco abiertos a la entrada de extraños y actividades. Sin embargo, con la entrada de la carretera sin mitigación, incrementará la fragmentación de estas unidades de paisaje, aunada con su mayor vulnerabilidad a la erosión, con lo que se esperaría que se deteriore rápidamente a una calidad muy baja y deteriorada al introducir la obra sin mitigación (Tabla VII.9).

Tabla VII. 9. Resultados de la modelación del escenario al Mediano Plazo SIN considerar mitigación

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
MEDIANO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN		2030
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN - EL PEOR DE LOS ESCENARIOS- (2030)
Montañas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	85	Deteriorada
Lomeríos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	68	Baja
Piedemontes de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	82	Deteriorada
Valles formados por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	78	Muy baja
ESTIMADO MEDIO	80	Deteriorada

Bajo este escenario, se identifica un fuerte deterioro con respecto al estado existente al día de hoy, así como con respecto al esperado de forma tendencial en el sistema, sin la construcción de la carretera. Se estima que habría una mayor penetración antrópica en los alrededores y la capacidad de recuperación del sistema de las afectaciones sería baja, por lo que la calidad ambiental de todo el sistema se esperaría que fuera deteriorada.

VII.4.3. ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (20 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN

El resultado del modelo para este escenario indica que el efecto del incremento poblacional en la región incrementará deterioro ambiental hacia el largo plazo, dando poca oportunidad a los sistemas a recuperarse de forma natural debido al incremento en la presión antrópica por espacio y recursos. Ello se identifica en que el valor de la calidad ambiental estimado será aún un poco mas bajo que el obtenido al mediano plazo.

Tabla VII. 10. Resultados de la modelación del escenario al Largo Plazo SIN considerar mitigación

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
LARGO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN		2040
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL LARGO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN - EL PEOR DE LOS ESCENARIOS- (2040)
Montañas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	84	Deteriorada
Lomeríos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	68	Baja
Piedemontes de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	83	Deteriorada
Valles formados por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	80	Deteriorada
ESTIMADO MEDIO	81	Deteriorada

A manera de integración, en la siguiente figura se representan las variaciones en la calidad ambiental esperadas al corto, mediano y largo plazos con respecto a el estado actual, en el caso de que se realice el proyecto sin la implementación de medidas de mitigación (figura siguiente):

Se considera una resiliencia natural del sistema= **Baja**

Evolución estimada en la calidad ambiental por sitio
Con proyecto Sin Medidas de Mitigación

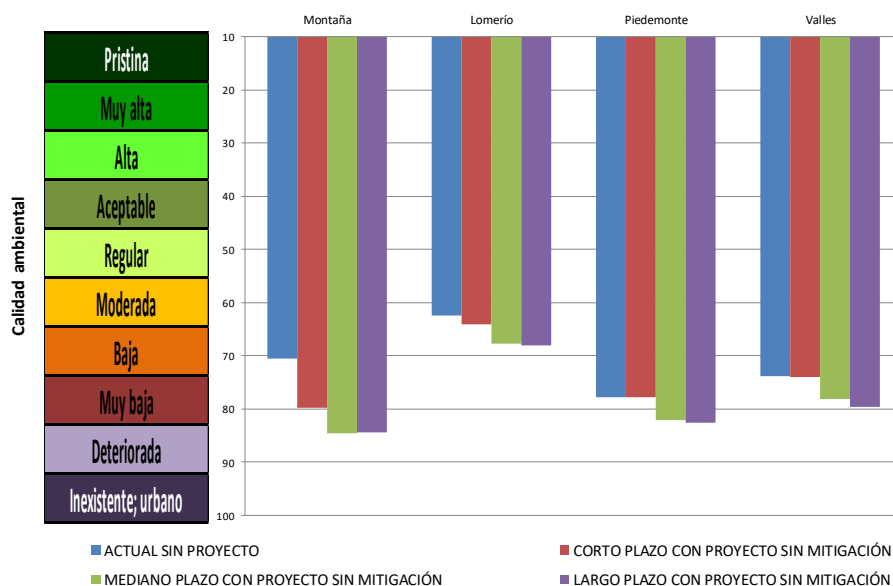


Figura VII. 6. Tendencia de cambio Con proyecto Sin mitigación para cada unidad de paisaje dentro del SAR.

VII.5 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El anterior escenario implica que el proyecto se construiría sin procurar un adecuado manejo de residuos, sin control en el alcance de actividades y sin la aplicación de medidas de protección o restauración ambientales, lo que hoy en día no es posible ya que existen en nuestro país diversas leyes, reglamentos y normas, así como y un procedimiento de evaluación (PEIA) que regulan el desarrollo de proyectos dentro de un marco de respeto y protección ambiental. En este sentido, a continuación, se realiza la modelación considerando las mismas proyecciones al corto, mediano y largo plazos, pero considerando la realización del proyecto con todas las medidas de mitigación propuestas en esta Manifestación de Impacto Ambiental, así como la instrumentación de las condicionantes que la autoridad tenga a bien señalar.

El resultado de esta modelación permite visualizar de forma cualitativa y comparativa, el efecto combinado de la mitigación implementada y la recuperación natural del sistema a lo largo del tiempo, aunque ésta, para el tipo de entorno natural que nos atañe, se estima que es baja.



VII.5.1. ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (5 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo con los resultados del modelo (tabla siguiente), al construir el proyecto considerando la mitigación señalada en el capítulo VI de este documento, al transcurrir 5 años de haber construido la carretera e implementado dichas medidas, se observará un ligero incremento en la calidad ambiental proyectada para el corto plazo sin la instalación del proyecto, e incluso una mejora con respecto a la calidad actual, pasando de muy baja-moderada que existe hoy en día para todo el SAR, a baja-moderada, como calidad esperada al corto plazo. Lo anterior se considera debido a que al mitigar los impactos ambientales derivados de esta carretera, recuperando la cubierta vegetal, forestando zonas en compensación, protegiendo a la fauna en el sitio, mejorando las condiciones de paso de animales y flujo de agua con obras de drenaje que operen como pasos de fauna para reducir la fragmentación y el efecto de barrera, así como el rescate y reubicación de organismos de fauna silvestre y el adecuado manejo y disposición de residuos, permitirán una recuperación del sistema a un mayor ritmo que el que se esperaría de forma tendencial para los próximos cinco años.

Tabla VII. 11. Resultados de la modelación del escenario al Corto Plazo CON mitigación

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
CORTO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN		2025
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL CORTO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN - ESCENARIO RESULTANTE DEL PROYECTO - (2025)
Montañas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	68	Baja
Lomeríos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	59	Moderada
Piedemontes de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	72	Muy baja
Valles formados por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	68	Baja
ESTIMADO MEDIO	68	Baja

El impacto del proyecto aplicando medidas de mitigación, será bajo, por lo que se esperaría que, a partir de 5 años posteriores a la obra, la calidad ambiental sea ligeramente mejor que la actual en todas las unidades de paisaje, en la que se sumarían de forma menor la capacidad de recuperación del sistema de forma natural, a los resultados de la mitigación.



VII.5.2. ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (10 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

De forma similar al modelo anterior, se estimó el efecto del proyecto después de 10 años de haber sido construída la carretera aplicando medidas de mitigación y considerando una baja capacidad de resiliencia del sistema y una existente baja calidad ambiental en el SAR al momento de realizar la obra. En esta ocasión, aplicando medidas de mitigación al proyecto se observa que el efecto de la obra ya no es perceptible y la calidad ambiental permanece muy similar a la obtenida a los 5 años, posiblemente como resultado de la resiliencia del sistema. En los resultados del modelo se observa que, para una proyección a 10 años, la calidad ambiental media del sistema se espera que sea entre baja y moderada, según cada unidad de paisaje bajo estudio.

Tabla VII. 12. Resultados de la modelación del escenario al Mediano Plazo CON mitigación

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
MEDIANO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN		2030
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN - ESCENARIO RESULTANTE DEL PROYECTO - (2030)
Montañas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	67	Baja
Lomeríos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	59	Moderada
Piedemontes de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	71	Muy baja
Valles formados por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	67	Baja
ESTIMADO MEDIO	67	Baja

La implementación de la obra con buenas prácticas ambientales y la aplicación de la mitigación propuesta, se estima que permitirá la recuperación del sistema en algunas unidades de paisaje.

VII.5.3. ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (20 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En congruencia con lo esperado para el mediano plazo, el resultado del modelo para este escenario indica que el efecto del poblacional en la región permitirá la desaceleración del deterioro ambiental, dando oportunidad a los sistemas a recuperarse de forma natural al reducirse la presión antrópica por espacio y recursos. El efecto del proyecto será prácticamente imperceptible dentro de estos 20 años, con una calidad ambiental en el SAR esperada como de baja a moderada. Ello se identifica en que el valor de la calidad ambiental estimado será muy similar al obtenido al mediano plazo, en lo que los sistemas

se irán recuperando de forma natural y la mitigación habrá quedado integrada a los mismos desde los primeros 5 años posteriores a la construcción del proyecto.

Tabla VII. 13. Resultados de la modelación del escenario al Largo Plazo CON mitigación

RESULTADOS MODELACION		PROYECCIÓN AL
LARGO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN		2040
UNIDADES DE PAISAJE	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL LARGO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN - ESCENARIO RESULTANTE DEL PROYECTO - (2040)
Montañas de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Montaña)	67	Baja
Lomeríos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Lomerío)	59	Moderada
Piedemontes de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Piedemonte)	71	Muy baja
Valles formados por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Valles)	67	Baja
ESTIMADO MEDIO	67	Baja

A manera de integración, en la siguiente figura se representan las variaciones en la calidad ambiental esperadas al corto, mediano y largo plazos con respecto al estado actual, lo que representa una proyección de los escenarios que se esperan para un futuro en el sistema, como resultado de la construcción del libramiento de Oaxaca, implementando todas las medidas de mitigación y condicionantes a que quede sujeto el proyecto.



Se considera una resiliencia natural del sistema= **Baja**

**Evolución estimada en la calidad ambiental por sitio
Con proyecto Con Medidas de Mitigación**

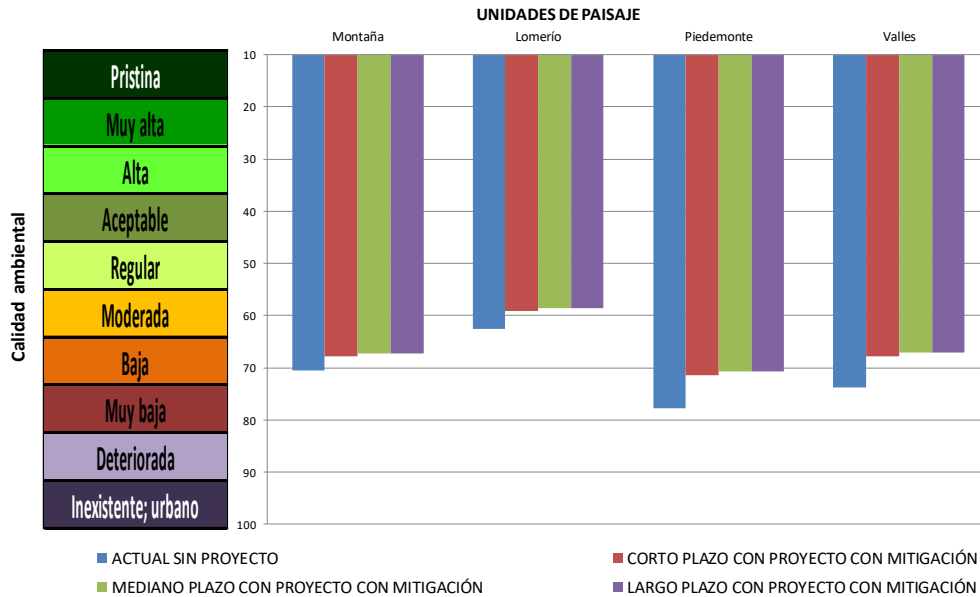


Figura VII. 7. Tendencia de cambio Con proyecto Sin mitigación para cada unidad de paisaje dentro del SAR.

VII.6 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Como se puede apreciar en las anteriores figuras, la construcción del proyecto implica una oportunidad de mejoramiento regional, sacando todo el tráfico pesado en tránsito hacia el sur, y sureste del país, fuera de la ciudad de Oaxaca, donde radicalmente mejorarán las condiciones de tránsito y contaminación atmosférica, en beneficio de la población local. Asimismo, al tratarse de una autopista habrá un estricto control del acceso antrópico hacia predios aledaños a la carretera, con lo que se permitirá que la mitigación aplicada y la resiliencia del sistema se sumen dando como resultado una condición de mejora por sobre las condiciones existentes al día de hoy, e incluso, sobre aquellas que se esperarían de forma tendencial (sin el proyecto) para la región. Ello se representa en la siguiente figura, en donde se aprecia que la calidad ambiental baja a muy baja, pudiera llegar a recuperarse hasta una condición de calidad media por la implementación y operación adecuada del proyecto.



Se considera una resiliencia natural del sistema= **Baja**

Evolución estimada en la calidad ambiental por sitio
Comparando la tendencia natural esperada con el proyecto habiendo aplicado medidas de mitigación

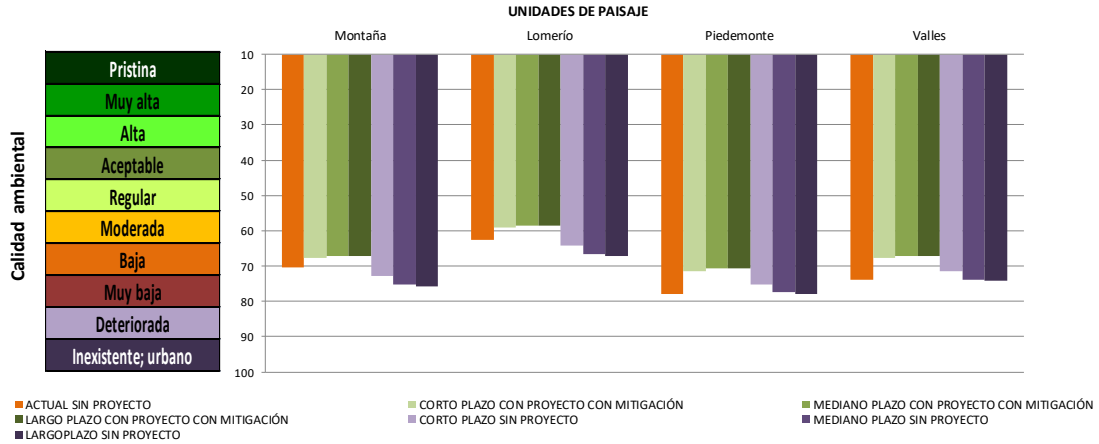


Figura VII. 8. Tendencia de cambio esperada para cada unidad de paisaje dentro del SAR contrastando la tendencia proyectada para el sistema sin la modernización de la carretera (barras moradas) y la tendencia esperada con la modernización aplicando la mitigación correspondiente (barras verdes).

VII.7 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el caso de este proyecto se han evaluado distintas alternativas de trazo, resultando ser la propuesta en este estudio, la más adecuada en términos sociales, ambientales y técnicos; incluyendo el costo-beneficio del proyecto. El lograr sacar el tránsito pesado y vehículos de largo recorrido de la zona urbana de la ciudad de Oaxaca resulta de gran importancia para lograr una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos y una considerable reducción del tránsito y contaminación atmosférica, así como un mejor y más seguro flujo de bienes y servicios en el estado de Oaxaca.

VII.8 CONCLUSIONES

La realización de esta carretera es una obra necesaria para garantizar una mayor funcionalidad y seguridad de los usuarios y de la población en la ciudad de Oaxaca.

Los impactos ambientales derivados de la obra serán menores, la ruta sigue por terrenos ya perturbados en diferentes grados y con las medidas propuestas, los impactos que de esta carretera se deriven, en su mayoría podrán ser mitigados, obteniendo como resultado una mejora sobre las condiciones de calidad ambiental en el sistema como producto de la aplicación de medidas de protección y mitigación, que se sumarán a la capacidad de recuperación natural del sistema y la reducción de la presión



antrópica, que se espera como resultado de la desviación del tránsito pesado y de largo recorrido fuera de la zona urbana, así como el contar con una vialidad a la que solo se puede ingresar por los entronques proyectados, dejando fuera del alcance sitios a lo largo del recorrido, que en este sentido no fomentarán el surgimiento de asentamientos irregulares.

Con la construcción de este libramiento de la ciudad de Oaxaca, se brindará un mejor transporte de bienes y servicios entre las localidades que conecta y hacia el centro y sur del país; siendo muy poco factible el surgimiento de asentamientos asociados a ella en virtud del control de accesos no proyectados que este proyecto considera al tener cercado el derecho de vía.

CONSULTA PÚBLICA



VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CONTENIDO

VIII.1	Presentación de la Información	1
VIII.1.1	Cartografía	1
VIII.1.2	Anexo Fotográfico.....	1
VIII.1.3	Otros Anexos	1
VII.2	Glosario de Términos	1
VIII.3	Bibliografía Consultada	5

CONSULTA PÚBLICA



VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

VIII.1.1 CARTOGRAFÍA.

Se presenta Anexo a esta MIA-R el Anexo Cartográfico para consulta de los mapas temáticos realizados.

VIII.1.2 ANEXO FOTOGRÁFICO

Se presenta el Anexo Fotográfico de los muestreos realizados en campo para su consulta

VIII.1.3 OTROS ANEXOS

Se presenta por Capítulo Anexos con información de apoyo para el entendimiento completo del contenido.

CONSULTA PÚBLICA

VII.2 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ámbito: Espacio incluido dentro de ciertos límites.

Alcance: (Scoping): fase siguiente al Sondeo (screening) en la que se determina la proyección y contenido del análisis de evaluación ambiental a partir de las características de la actividad, la información relevante del medio receptor, consultas a expertos e implicados y la identificación preliminar de los efectos previsibles.

Área de influencia: espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.

Cambio climático: un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que alterara la composición de la atmosfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

Desarrollo sustentable: es el progreso social, económico y político dirigido a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es el mejoramiento de la calidad de vida humana sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan; es un concepto multidimensional que abarca las diversas esferas de la actividad humana: económica, tecnológica, social, política y cultural.

Desequilibrio ecológico grave: alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que pueden ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación de ecosistemas.

Ecosistema estratégico: es aquel (o aquellos), de los que depende directamente el funcionamiento y el bienestar de la sociedad. Su carácter estratégico deriva de la dependencia que respecto a ellos tienen los procesos básicos de la sociedad.

Ecosistemas ambientalmente sensibles: son aquellos que tienen una muy alta y comprobada sensibilidad del deterioro de las condiciones, por mínimas que éstas sean, de la calidad de su ambiente, derivadas de la introducción de presiones externas.

Entorno: es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

Emisiones: se entiende la libración de gases de efecto invernadero o sus precursores en la atmósfera en un área y un periodo de tiempo especificado.

Escenario: descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

Especies amensales: en una relación entre dos especies, aquella que se inhibe mientras la otra no se afecta.

Especies comensales: se trata de aquellas especies que se benefician a costa de otra sin causarle ningún daño ni afectar a esta.

Estudio de impacto ambiental: documento que presenta la información sobre el medio ambiente, las características de la actividad a desarrollar (o proyecto) y la evaluación de sus afectaciones al medio ambiente.

Evaluación ambiental: predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Evaluación ambiental estratégica: es el proceso sistemático mediante el cual se consideran los impactos ambientales de políticas, planes y programas y cuyos resultados apoyan la toma de decisiones en los niveles iniciales con el objeto de alcanzar un desarrollo sustentable.

Evaluación ambiental regional: es el proceso de establecer las implicaciones ambientales acumulativas a escala regional, de desarrollos multisectoriales durante un cierto periodo y dentro de su entorno.

Gases efecto invernadero: se entiende aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y remiten radiación infrarroja.

Homeostasis: es la capacidad de autorregulación y ajuste que tiene el ecosistema para mantener su estructura a lo largo del tiempo y representa el potencial para reaccionar ante influencias externas.

Impactos acumulativos: efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente los están generando.

Impacto ambiental: modificación del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre.

Impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre, cuyo valor o efecto se acerca al límite de la capacidad de carga de un ecosistema, definida por uno o más de los siguientes parámetros:

- La tasa de renovación de los recursos naturales (por ejemplo, la deforestación que se acerca al límite de renovación natural de una determinada cubierta forestal, la disminución de las áreas de captación hídrica, el tamaño efectivo de una población de especies en estatus, etc.).
- La tasa de compatibilidad regional o de aceptación (por ejemplo, cuando se acerca al límite de los coeficientes de ocupación o de uso del suelo, de integración al paisaje o de los tipos de vegetación, etc.).
- La tasa de asimilación de contaminantes (por ejemplo, la cantidad de efluentes que puede autodepurar un río o un lago).

Impactos indirectos: variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es

significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo. A veces se designa como impactos secundarios o terciarios.

Impactos potenciales: posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado. Pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos. **Impactos residuales:** impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental residual: Impacto que persiste después de la aplicación de las medidas de mitigación. **Impactos sinérgicos:** aquel que se produce cuando el efecto continuo de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

Indicador: la palabra indicador viene del verbo latín indicare, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (por ejemplo, modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

Indicador de impacto ambiental: expresión cuantificable de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa

Índice: es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

Medidas correctivas: el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Medida de prevención: son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin. **Medio ambiente:** sinónimo de ecosistema y compuesto por elementos (estructura) y su funcionamiento (interacciones).



Programa de vigilancia ambiental: consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo.

Región: espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.

Resiliencia: medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

Sistema ambiental: Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socio-económico de la región donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

Sondeo (Screening): fase de consulta, previa a la Evaluación del Impacto Ambiental, en la que se decide si una actividad debe someterse a al procedimiento de EIA. La decisión comúnmente la determina la autoridad ambiental.

Sustentabilidad: es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por el ambiente. La sustentabilidad es una visión de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes naturales que los gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

VIII.3 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Medio Físico

- Abramson L.W. (1996). "Engineering Geology Principles". Slope stability and stabilization methods. Wiley interscience. Pp. 60-106.
- Alcaraz-Ariza, F. (2012). Factores globales y relieve. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Ángeles-Moreno, E. (2006). Petrografía, geología estructural y geocronología del borde noroccidental del terreno Cuicateco, Sierra Mazateca, Estado de Oaxaca, México: México D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Ciencias de la Tierra, tesis de maestría, 219 p.
- Badía, D., Martí, C., Aznar, J., León, F. (2013). Influence of Slope and parent rock on soil genesis and classication in semiarid mountainous Enviroment. Geoderma.
- Barboza-Gudiño, J.R. (1994). Regionalgeologische Erkundungen entlang del GEOLIMEX- Traverse in Südmexiko, unter besonderer Berücksichtigung der Sierra de Juárez, Oaxaca: Clausthal-Zellerfeld, T.U. Clausthal, Tesis doctoral, 139 p.
- Brady, N. & Weil, R. (2017). The nature and property of soil. Washington, USA. Ed. Person.
- Campa, M.F., Coney, P. (1983). Tectono-stratigraphic terranes and mineral resources distributions in Mexico: Canadian Journal of Earth Sciences, 20, 1040-1051.
- Carenas-Fernández, M., Giner-Robles, J., Gonzáles-Yélamos, J. & Pozo-Rodríguez, M. (2014). Geología. Madrid, España: Ed. Paraninfo.
- Carfantan, J. Ch. (1983). Les ensembles géologiques du Mexiqué Meridional. Evolution géodynamique durant le Mesozoïque et le Cénozoïque: Geofísica Internacional, 22(1), 9-37.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO): García, E. (1998). Climas escala 1=1 000 000. Ciudad de México, México: CONABIO.
- Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico: Casanova, E. (2005). Introducción a la Ciencia del Suelo. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Del Campo J., Del campo I., Chagollán F., López I., González F., Romo L., y Almaguer R. (2004). Geografía. Jalisco, México: Ed. Umbral.
- Delgado-Argote, L.A. (1988). Geología preliminar de la secuencia volcanosedimentaria y serpentinas asociadas del Jurásico (?) del área de Cuicatlán-Concepción Pápalo, Oaxaca: Revista del Instituto de Geología, 7(22), 127-135.
- Dercourt, J. & Paquet, J. (1984). Geología. París, Francia: Dunod Université.
- Dobrovolsky, G. V.; Nikitin, E. D. (1986). Ecological functions of the soil (en ruso). MSU, Moscow. p. 260.
- Dobrovolsky, G. V.; Nikitin, E. D. (1990). Soil functions in the biosphere and ecosystems (en ruso). Nauka, Moscow. p. 260.
- Emck, P., Moreira-Muñoz, A. y Richter, M. (2006). El clima y sus efectos en la vegetación. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Errázuriz A., Troncoso P., González J., González M., Reyes M., y Rioseco R. (1998). Manual de geografía de Chile. Santiago, Chile: Ed. Andrés Bello.
- Food and Agriculture Organization. (FAO). (2015). Funciones del suelo. FAO.
- Gopar-Merino, L. & Velázquez, A. (2016). Componentes del paisaje como predictores de cubiertas de vegetación: estudio de caso del estado de Michoacán, México. Michoacán, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Hernández Santana, J. R., M. A. Ortiz Pérez y M. Figueroa Mah-Eng. (2009). "Análisis morfoestructural del estado de Oaxaca, México: un enfoque de clasificación tipológica del relieve", Investigaciones Geográficas, Boletín, núm. 68, Instituto de Geografía, UNAM, pp. 7-24.
- Heuvelodp, J., Pardo-Tasies J., Quirós-Conejo S. y Espinoza-Prieto L. (1986). Agroclimatología tropical. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia (UNED).
- INTAGRI. (2017). Los Factores de Formación del Suelo. Serie Suelos. Núm. 27. Artículos Técnicos de INTAGRI. Ciudad de México, México.
- J. Fabijanowski. (1950). Untersuchungen über du Zusammenhange swischen Exposition, Relief, Mikroklima und Vegetation in, der Fallatsche bei Zürich. Berna, Suiza.
- Junta de Andalucía. (2010). Factores que afectan a la vegetación. Andalucía, España.
- Marañón, T. & Madeón, E. (2016). Funciones del suelo y servicios ecosistémicos: importancia de la materia orgánica. Sevilla, España: Red Española de Compostaje.
- Mateo J. (2002). Geoecología de los Paisajes: Bases para la Planificación y Gestión Ambiental. Universidad de La Habana, MES, Cuba, 205 pp.
- Ortega-Gutiérrez, F. (1984). La evolución tectónica premisisípica del sur de México: México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, 5, 140-157.
- Ortiz M., Oropeza O. y Zamorano O. (1998). Peligros geomorfológicos en México: remoción en masa. Los desastres en México, una perspectiva multidisciplinaria. Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad. UNAM. 184 pp.
- Porta, J.; López-Acevedo, M.; Roquero, C. (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid, España: Ed. Mundi-Prensa.
- Rodríguez-Jiménez, R., Benito-Capa, A., Portela-Lozano, A. (2004). Meteorología y Climatología. La Coruña, España: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- Sanchez-Zavala, J. (2008). Tesis doctoral: Estratigrafía, sedimentología y análisis de procedencia de la formación tecomate y su papel en la evolución del complejo Acatlán, Sur de México. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Senciales, J. (1999). Los sistemas morfoclimáticos actuales de la provincia de Málaga. Aproximación a la evolución del modelado. En "El territorio y su imagen". Actas del XVI Congreso de Geógrafo Españoles. Málaga, España.
- Servicio Geológico Mexicano (SGM): Jiménez-Hernández, A. & Mendoza-Torres, A. (2009). Carta Geológico Minera E14-D57 Villa de Zaachila. Pachuca, México: SGM.
- Tricart, J. y Cailleux, A. (1965). Traité de géomorphologie I. Introduction a la géomorphologie climatique. París, Francia: CEDES.
- Wilson, L. (1968). "Morphogenic classification" en FAIRBRIDGE, R. W. Encyclopedia of Geomorphology. New York.
- Zapata, H. R. 2006. Química de los Procesos Pedogenéticos. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Zúñiga-López, I., Crespo-del Arco, E. (2010). Meteorología y Climatología. Madrid, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

Vegetación

- Bautista Zúñiga, F., Palacio Prieto, J. L., & Delfín, G. H. (2011). Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales. México: UNAM.



- BOLFORD, Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia: BOLFORD.
- CITES. (octubre de 2019). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Obtenido de Apéndices: <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php>
- CONABIO. (2008). Los Ecosistemas. En C. N. Biodiversidad, Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. (pág. Capítulo 3). México: CONABIO.
- CONABIO. (octubre de 2019). Biodiversidad mexicana. Obtenido de Selvas secas: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca.html>
- DOF. (octubre de 2019). Diario Oficial de la Federación. Obtenido de ACUERDO por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación.: dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5334865&fecha=05/03/2014
- Foster, B. R., Hernández, N. C., Kakudidi, E. K., & Burnham, R. J. (1995). Un método de transectos variables para la evaluación rápida de comunidades de plantas en los trópicos. Chicago: Environmental and Conservation Programs, Field Museum of Natural History and Washington, D. C., Conservation Biology, Conservation International.
- Franco, L. J., De la Cruz, A. G., Cruz, G. A., Rocha, R. A., Navarrete, S. N., Flores, M. G., Bedia, S. C. (1998). Manual de Ecología. México: Trillas.
- GBIF. (14 de octubre de 2019). Global Biodiversity Information Facility. Obtenido de GBIF Occurrence Download: <https://www.gbif.org>
- Hammer, Ø. H. (octubre de 2019). PAST 3.2. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Oslo, Noruega.
- INEGI. (2016). Catálogo de Tipos de Vegetación Natural e Inducida de México. México: SNIEG.
- INEGI. (2016). Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 - Serie VI. México.
- IUCN. (octubre de 2019). International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Obtenido de The IUCN Red List of Threatened Species.: <https://www.iucnredlist.org/>
- Magurran, A. E. (1988). Ecological Diversity and Its Measurement. London: Croom Helm.
- Martella, M. B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. Reduca (Biología). Serie Ecología., 1-31.
- Matteucci, S. D., & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, D.C.: GSOAS.
- Montaña-Arias, G., & Espinosa, D. (s.f.). Patrones de endemismo en el género *Bursera* (Burseraceae) . México: CONABIO.
- Morrone, J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista mexicana de biodiversidad.
- NATURALISTA. (octubre de 2019). Naturalista. Obtenido de CONABIO : <https://www.naturalista.mx/>
- Ruggiero, A. y. (2003). Regiones y transiciones biogeográficas: Complementariedad de los análisis en biogeografía histórica y ecológica. In Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía, J. J. Morrone y J. Llorente (eds.). Las Prensas de Ciencias, UNAM, 141-154.
- Rzedowski, J. (2006). Bosque de Coníferas. En J. Rzedowski, Vegetación de México (pág. Capítulo 17). México: CONABIO.
- Rzedowski, J. (2006). Bosque de Quercus. En J. Rzedowski, Vegetación de México (pág. Capítulo 16). México: CONABIO.
- Rzedowski, J. (2006). Bosque espinoso. En J. Rzedowski, Vegetación de México (pág. Capítulo 13). México: CONABIO.



- Rzedowski, J. (2006). Bosque tropical caducifolio. En J. Rzedowski, Vegetación de México (pág. Capítulo 12). México: CONABIO.
- Rzedowski, J. (2006). Bosque tropical subcaducifolio y Bosque tropical caducifolio. En J. Rzedowski, Vegetación de México (pág. Capítulo 11 y 12). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Rzedowski, J. (2006). Provincias florísticas de México. En J. Rzedowski, Vegetación de México (pág. Capítulo 6). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Rzedowski, J. y.-T. (2001). Divisiones florísticas. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Shannon, C., & Weaver, W. (1949). The Mathematical Theory of Communication. Illinois: Urbana.
- SEMARNAT. (2015). Ecosistemas terrestres. México: SEMARNAT DGEIA.
- TROPICOS. (octubre de 2019). Tropicos.org. Obtenido de Missouri Botanical Garden.: <http://tropicos.org/>

Fauna

- Ortiz-Pérez M., Hernández Santana J., y Figueroa J. 2004. Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. Pp. 43-54. In: García-Mendoza A., Ordóñez M. y Briones-Salas M. (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. ibunam, focn, wwf. México DF.
- Ramírez-Julián, González-García R. y Reyes-Macedo G. 2011. Registro del búho leonado *Strix fulvescens* en el estado de Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82:727-730.
- Navarro-Sigüenza A., Rebón-Gallardo M., Gordillo-Martínez A, Peterson A., Berlanga-García H y Sánchez-González L. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85:476-495.
- Martínez-Ramírez E. y Gómez-Ugalde R. (2006). Los peces de las cuencas hidrológicas de Oaxaca, México. Centro de Investigaciones Pesqueras. Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras, 24(1), 46-50.
- Sosa Caballero L. 2015. Patrones de distribución y estado de conservación de la Herpetofauna de Oaxaca, México. (tesis que para obtener el título de Licenciatura en Biología). Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Briones-Salas M, Cortés-Marcial M. y Lavariaga M. (2015). Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad.