


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

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

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

**Fundamento Legal.** - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Alejandro Pérez Hernández', written over a horizontal line. The signature is somewhat stylized and overlaps the line.

**Firma del titular.- Mtro. Alejandro Pérez Hernández**

**Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.** -Resolución **ACTA\_04\_2023\_SIPOT\_4T\_2022\_ART69**, en la sesión celebrada el 20 de Enero de 2023.



# 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**



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD REGIONAL**  
**AUTOPISTA MITLA TEHUANTEPEC, ETAPA DE**  
**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

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



## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	3
I.1. Datos Generales del Proyecto .....	3
I.1.1 Nombre del proyecto .....	3
I.1.2 Ubicación del proyecto.....	3
I.1.3 Duración del proyecto.....	10
I.2 Datos Generales del promovente .....	11
I.2.1 Nombre o razón social.....	11
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.....	11
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.....	11
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.....	11
I.2.5 Nombre del representante técnico del estudio .....	11

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1 Tipos de erosión presentes en las estructuras adicionales.....	9
Tabla I. 2 Cronograma de trabajo.....	10

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1. Ubicación geopolítica del proyecto autopista Mitla-Tehuantepec. ....	4
Figura I. 2 Ubicación de las estructuras adicionales, zona 14. ....	5
Figura I. 3 Ubicación geopolítica de las estructuras adicionales, zona 15. ....	6
Figura I. 4 Ubicación de las estructuras adicionales dentro de una zona potencial de deslizamientos de laderas.....	7
Figura I. 5 Fallas y fracturas cercanas a las estructuras adicionales al proyecto.....	8
Figura I. 6 Degradación del suelo de las estructuras adicionales al Proyecto. ....	9
Figura I. 7 Tipos de erosión presentes en la superficie de las estructuras adicionales. ....	10



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

### **I.1. Datos Generales del Proyecto**

#### **I.1.1 Nombre del proyecto**

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R), autopista Mitla-Tehuantepec, etapa de Operación y Mantenimiento.

#### **I.1.2 Ubicación del proyecto**

Las obras que se presentan para la evaluación de impacto ambiental en la etapa de operación y mantenimiento comprenden: 1 Entronque, 9 Pasos Inferiores Vehiculares (PIV); 5 Pasos Superiores Vehiculares (PSV); 2 Pasos Inferiores Peatonales y Ganaderos (PIPG); 2 Pasos Superiores Peatonales y Ganaderos (PSPG); 1 Paso Inferior Peatonal con Rampa y 7 Puentes y obras provisionales (comedores y vestidores) estructuras construidas en los Tramos I y III.

Dichas obras forman parte del proyecto denominado Mitla-Tehuantepec, el cual cuenta con las Autorizaciones de Impacto Ambiental No. SGPA/DGIRA.DEI.0553.03 de fecha 15 de octubre de 2003 y SGPA/DGIRA/DG.10772 de fecha 19 de diciembre de 2014. Es importante mencionar que ambas autorizaciones se encuentran vinculadas y operarán estrictamente en forma conjunta.

Cabe mencionar que, el proyecto Mitla-Tehuantepec corresponde a una carretera tipo A2, con dos carriles de 3.5 m de ancho y 2.5 m de acotamiento para cada lado, presenta una longitud de 160.35 km, con origen en el km 551+496.04 AT=553+712.01 AD y finaliza en el km 210+000 AT= KM 39+010 AD.

El proyecto se divide en tres tramos, denominados Tramo I, II y III. Actualmente los Tramos I y III del proyecto Mitla-Tehuantepec se encuentran operando, lo cual fue hecho de conocimiento a la Autoridad, mediante Oficio No. 6.19.414.PPS.-020/2020 de fecha 20 de febrero de 2020 (Anexo I.1).

La autopista Mitla-Tehuantepec, pertenece al Sector Vías Generales de Comunicación, y al Subsector Carreteras. Es impulsado por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), y se localiza en el estado de Oaxaca, en los municipios de San Pablo Villa de Mitla, San Lorenzo Albarradas, Santo Domingo Albarradas, San Juan del Río, Santo Domingo Tepuxtepec, San Carlos Yautepec, Santiago Lachiguiri, San Juan Juquila Mixes, Nejapa de Madero, Magdalena Tlacotepec, Santa María Jalapa del Marqués y Santa María Mixtequilla.

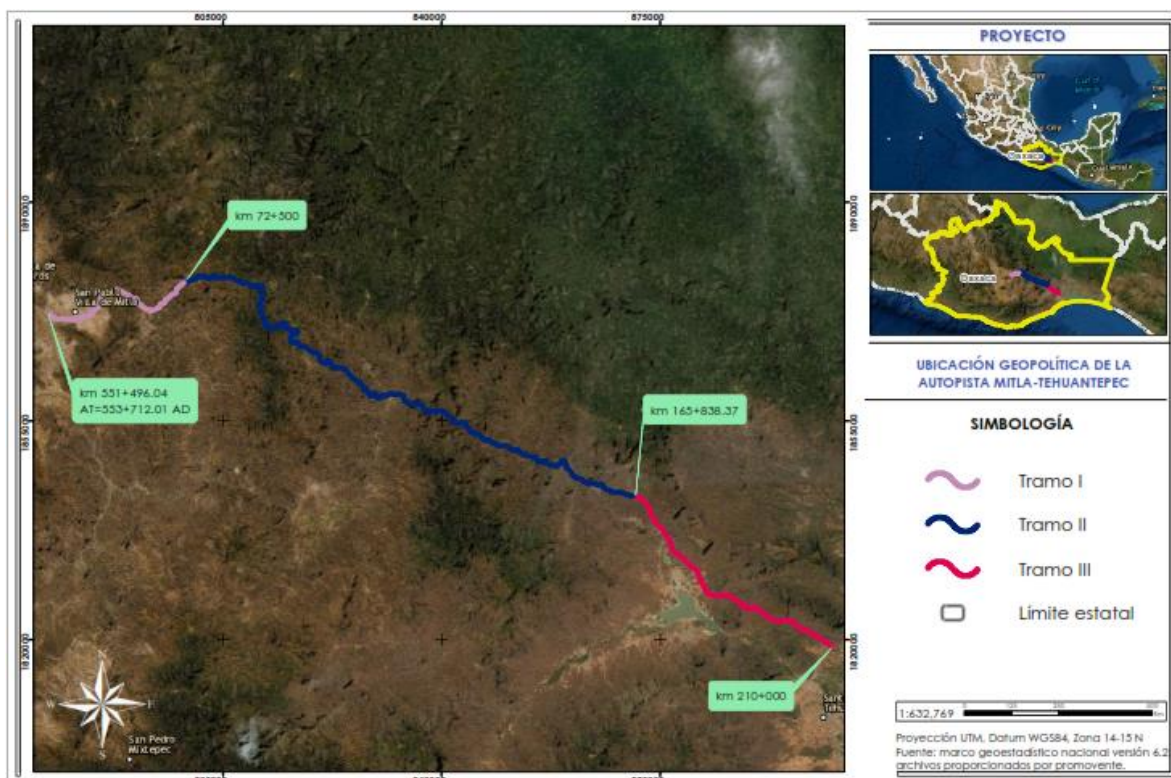


Figura I. 1. Ubicación geopolítica del proyecto autopista Mitla-Tehuantepec.

Particularmente las estructuras adicionales, que refiere el proyecto “Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R), autopista Mitla-Tehuantepec, etapa de Operación y Mantenimiento”, se ubican en dos zonas geográficas (Zona 14 y 15) de acuerdo al Sistema de proyección Universal Transversa de Mercator (UTM).

Las estructuras de la zona 14 se localizan en los municipios de San Pablo Villa de Mitla, San Lorenzo Albarradas, cercanas a las localidades rurales San José del Paso,

El Crucero, Loma el Manzanito, San Bartolo y Santa María Albarradas, cerca del Río Grande.

Por su parte, las estructuras adicionales ubicadas en la zona 15 UTM, se ubican en los municipios de Santiago Lachiguiri, Santa María Mixtequilla y Santa María Jalapa del Marqués, cercanas a las localidades rurales Arroyo Pichancha, Solo Dios, El Tamarindo (Guiechiquero), cerca de la Presa Benito Juárez.

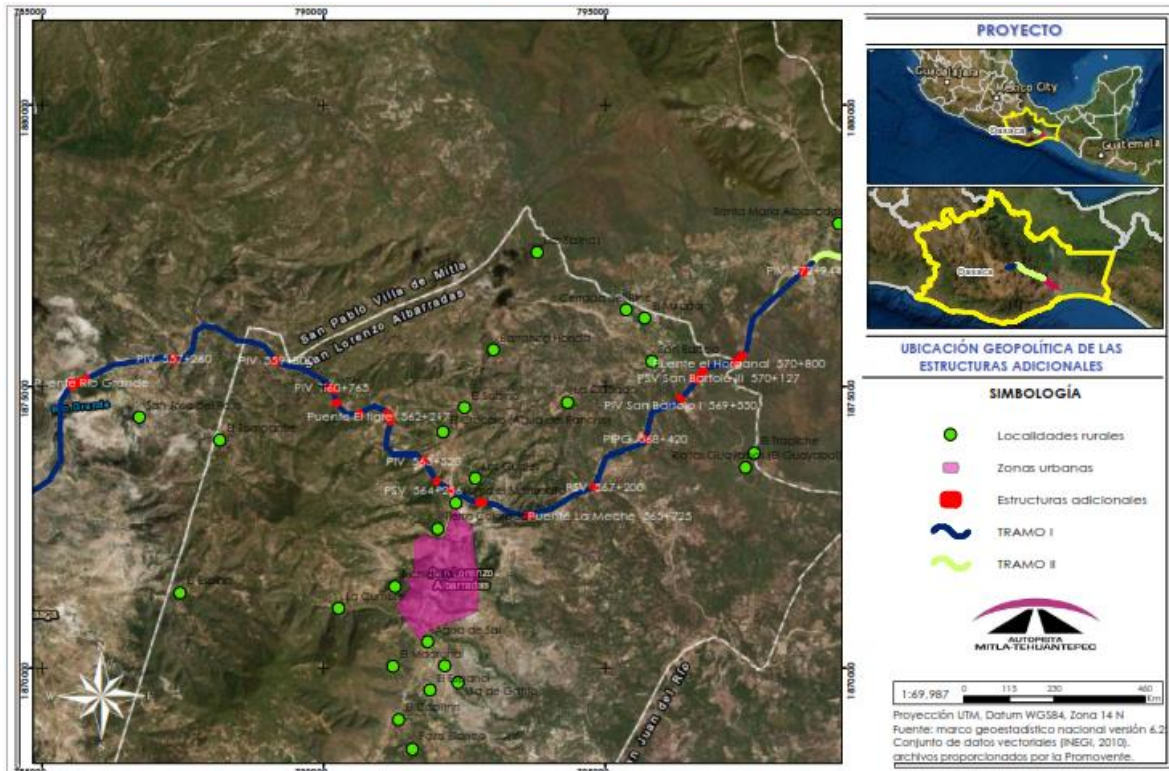


Figura I. 2 Ubicación de las estructuras adicionales, zona 14.



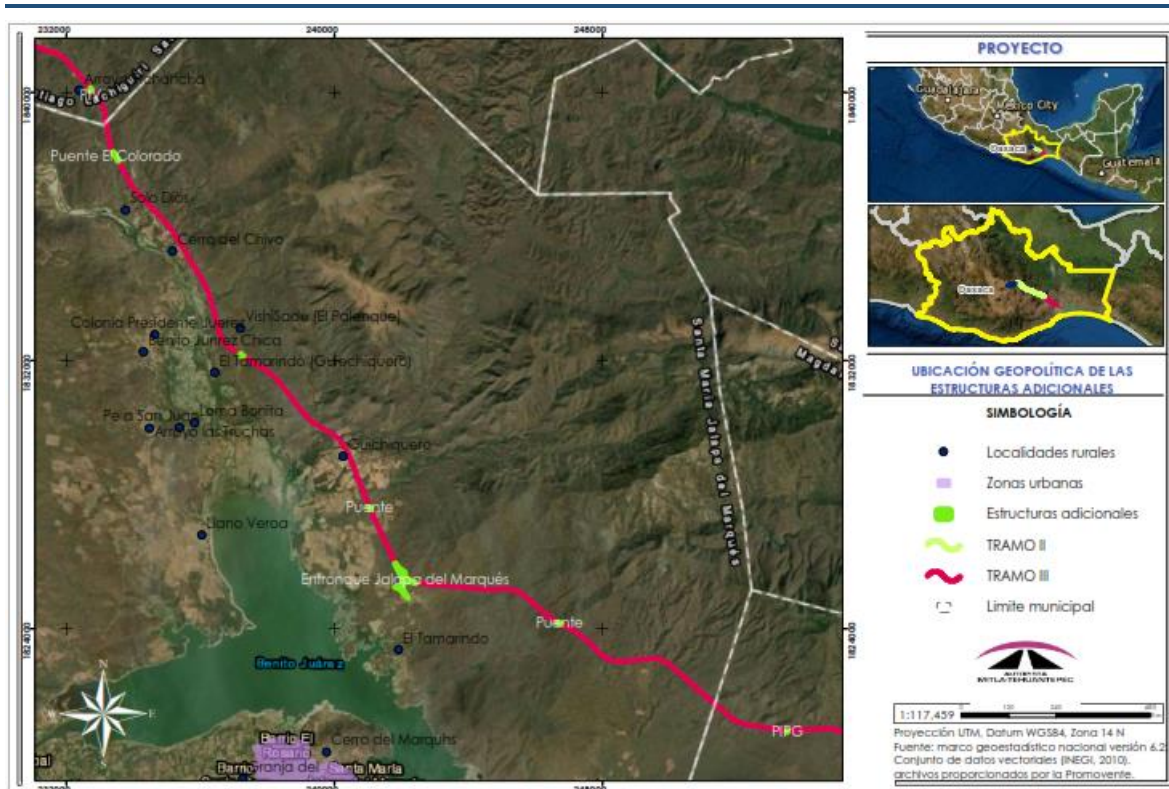


Figura I. 3 Ubicación geopolítica de las estructuras adicionales, zona 15.

Por otro lado, de acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2019), las estructuras se encuentran inmersas en una zona potencial de deslizamientos e inestabilidad de laderas, tales condiciones se presentan principalmente en las zonas montañosas donde el terreno presenta mayor inclinación. Los principales riesgos de inestabilidad de laderas que se pudieran presentar en el proyecto son caídos y deslizamientos.

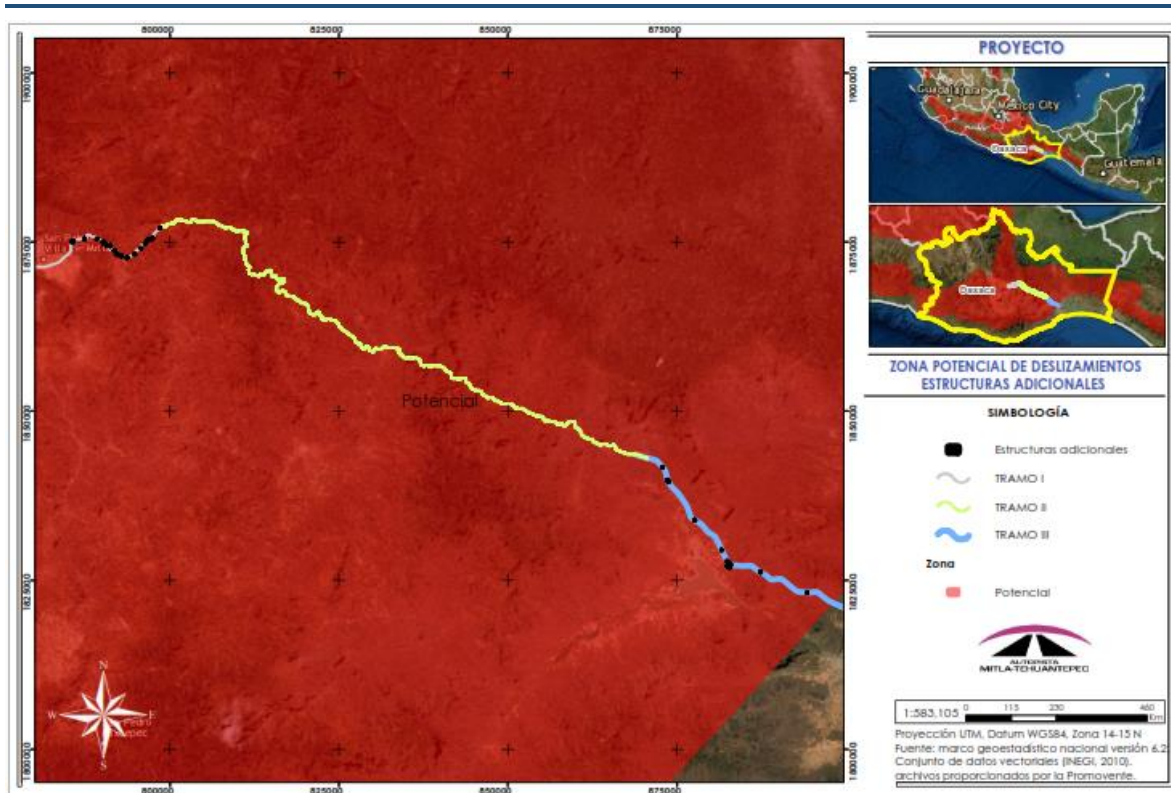


Figura I. 4 Ubicación de las estructuras adicionales dentro de una zona potencial de deslizamientos de laderas.

Aunado a lo anterior, de acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de fallas y fracturas geológicas, escala 1:1,000,000 sobre la superficie de ocupación de las estructuras adicionales no se encuentra ninguna falla, fractura o eje estructural que pudiera ponerlas en riesgo. La falla geológica más cercana a las estructuras se ubica a 3.8 km y presenta una dirección Noroeste-Sureste, por su parte a 0.027 km del Entronque Carretero Jalapa del Marqués se ubica una fractura en dirección Noreste-Suroeste, mientras que a 9.5 km de las estructuras de la zona 14 se localiza una fractura de dirección Norte-Sur y a 16 km una fractura de dirección Noroeste-Suroeste.

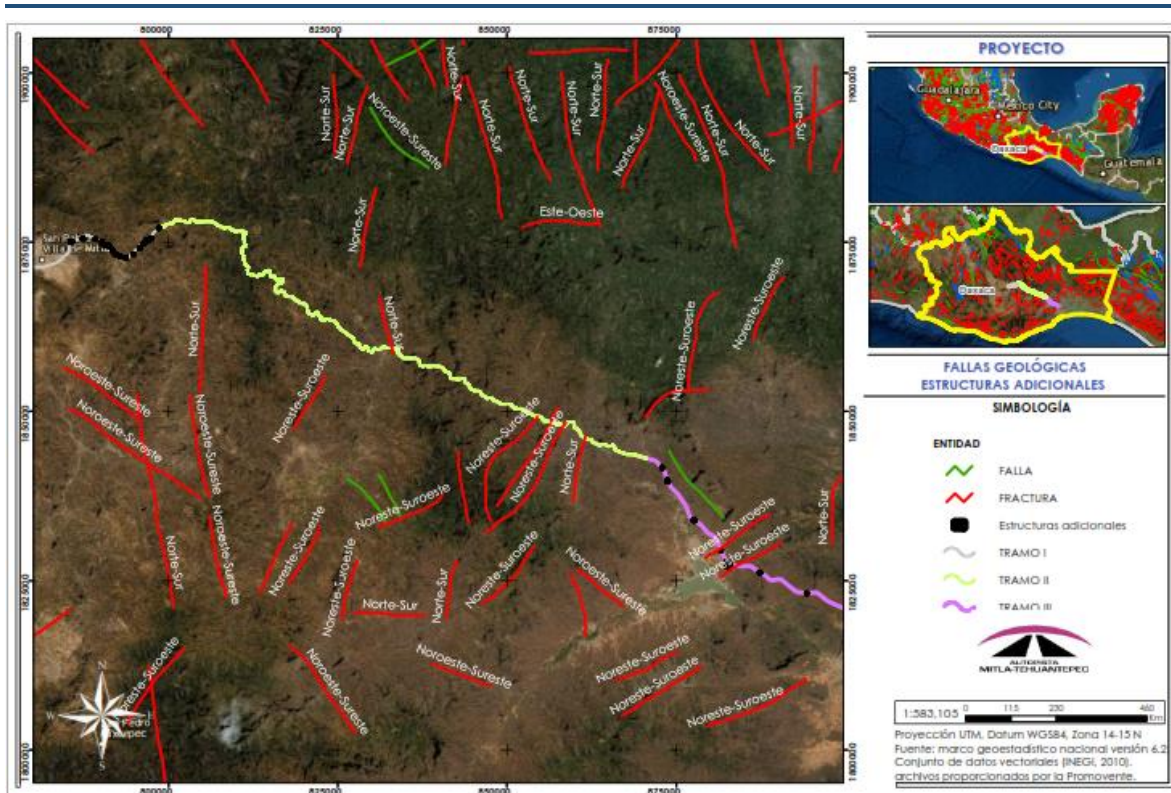


Figura I. 5 Fallas y fracturas cercanas a las estructuras adicionales al proyecto.

Por otra parte, de acuerdo con el Catálogo de metadatos geográficos de degradación del suelo, escala 1:250,000 proporcionados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2012), únicamente 0.333 ha de la superficie de las estructuras adicionales al proyecto presentan degradación por erosión hídrica en un grado ligero, como consecuencia de la agricultura y el sobrepastoreo.



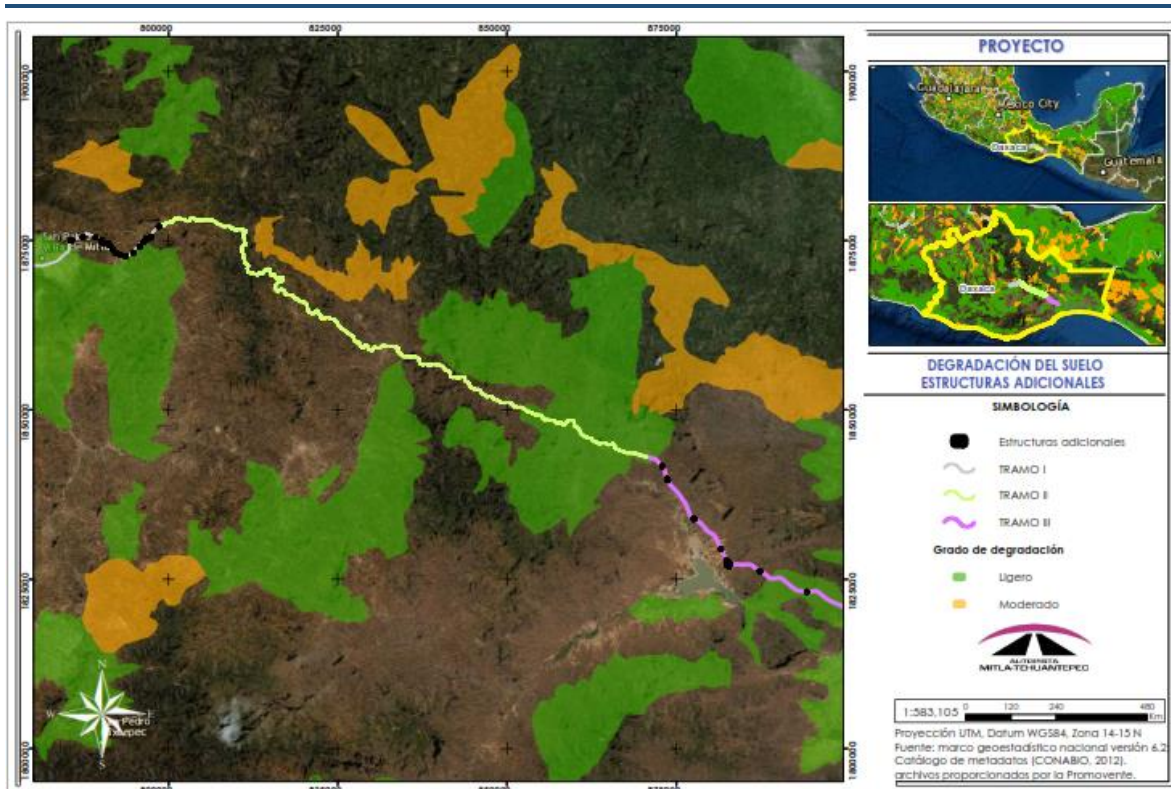


Figura I. 6 Degradación del suelo de las estructuras adicionales al Proyecto.

En relación a la degradación de los suelos, el conjunto de datos vectoriales de erosión del suelo Serie I proporcionados por INEGI (2013), sugiere que las estructuras adicionales al proyecto presentan erosión laminar de leve a moderada en una superficie de 8.955 ha (Tabla I.1).

Tabla I. 1 Tipos de erosión presentes en las estructuras adicionales.

Clave	Tipo de erosión	Fuente de erosión	Grado de erosión	Superficie (ha)
A	Antrópica	N/A	N/A	0.879
HL1	Hídrica	Laminar	Leve	5.762
HL1+HC1	Hídrica	Laminar	Leve	2.766
HL2	Hídrica	Laminar	Moderado	0.061
HL2+HC1	Hídrica	Laminar	Moderado	0.107
HL2+HS2	Hídrica	Laminar	Moderado	0.259
HL3+HC1	-	-	-	0.014
HL4	-	-	-	0.194
HS1	-	-	-	0.549
SE	-	-	-	0.118

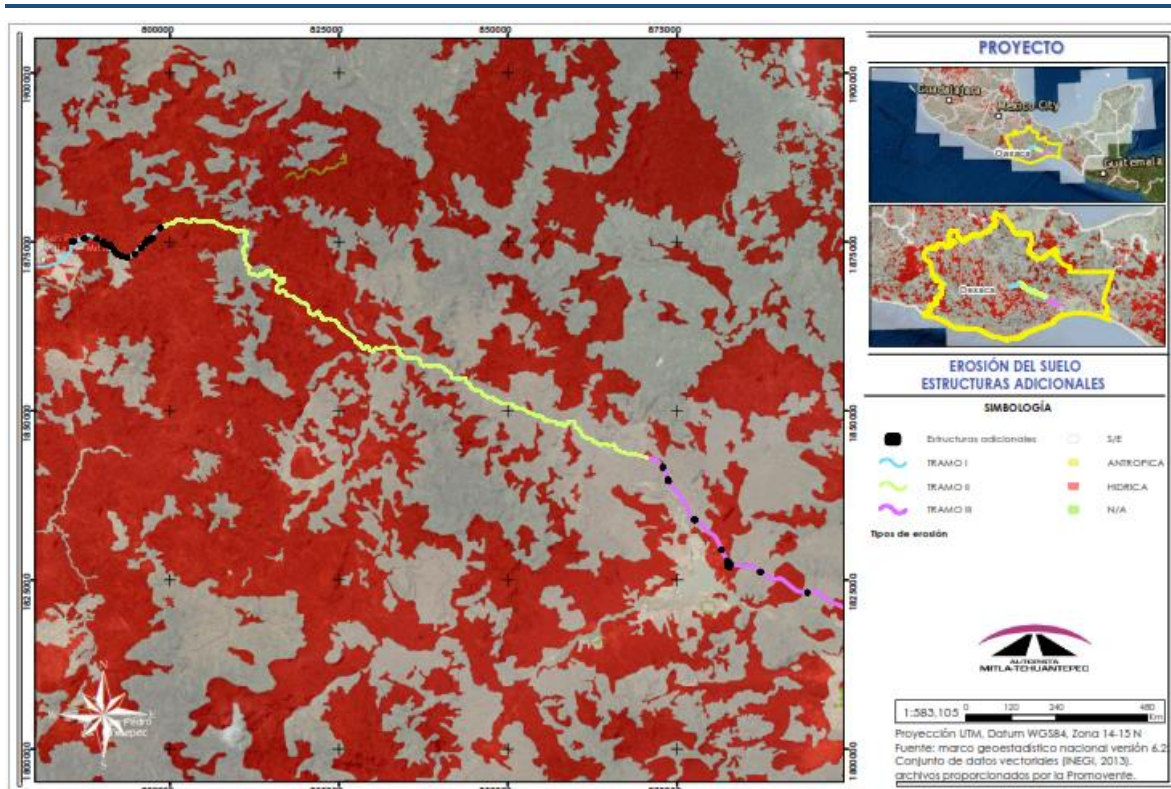


Figura I. 7 Tipos de erosión presentes en la superficie de las estructuras adicionales.

### I.1.3 Duración del proyecto

El proyecto Mitla-Tehuantepec, mediante Oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DEI.0553.03 (Anexo I.2), tiene autorizado 20 años para operación y mantenimiento. Por lo que, en este sentido el presente proyecto contempla un periodo de operación similar al autorizado.

Tabla I. 2 Cronograma de trabajo de la etapa de operación y mantenimiento.

Calendario de trabajo	Años																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Operación y Mantenimiento</b>																				
Trabajos de Conservación rutinaria	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Trabajos de Conservación periódica			■			■			■			■			■			■		
Trabajos de reconstrucción		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de emergencia		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

## I.2 Datos Generales del promovente

### I.2.1 Nombre o razón social

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT).

### I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[REDACTED]

### I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

[REDACTED]

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

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

### I.2.5 Nombre del representante técnico del estudio

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]





**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD REGIONAL**  
**AUTOPISTA MITLA TEHUANTEPEC, ETAPA DE**  
**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

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



## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO .....	6
II.1. Información general del proyecto, plan o programa .....	6
II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa .....	10
II.1.2 Justificación .....	11
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto .....	14
II.1.4 Inversión requerida .....	15
II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa .....	15
II.2.1 Programa de trabajo .....	66
II.2.2 Representación gráfica regional.....	66
II.2.3 Representación gráfica local .....	68
II.2.4 Preparación del sitio y construcción.....	68
II.2.5 Operación y mantenimiento .....	73
II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones .....	74
II.2.7 Residuos.....	74
II.2.8 Generación de gases efecto invernadero .....	75
II.2.8.1 Identificar por etapas del proyecto las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero. ....	76
II.2.8.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CFC, O <sub>3</sub> , entre otros. ....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Obras autorizadas en el Oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03.....	7
Tabla II. 2. Tabla de superficies autorizadas en el Oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03. ....	8
Tabla II. 3. Coordenadas UTM WGS84, del inicio y final del eje troncal de la autopista Mitla-Tehuantepec. ....	14
Tabla II. 4. Características del proyecto. ....	15
Tabla II. 5. Estructuras adicionales: obras especiales. ....	16
Tabla II. 6. Estructuras adicionales: infraestructura adicional.....	16
Tabla II. 7. Obras adicionales: provisionales.....	16
Tabla II. 8. Desglose por subtramos de las estructuras adicionales de la Autopista. ....	16
Tabla II. 9. Relación de igualdades. ....	18

Tabla II. 10. Datos de las superficies de las 27 estructuras y obras temporales. ....	20
Tabla II. 11. Estructuras autorizadas-modificadas en longitud o reubicadas.....	22
Tabla II. 12. Comparativa de superficies autorizadas y adicionales. ....	22
Tabla II. 13. Superficies por tipo de estructura. ....	23
Tabla II. 14. Superficies del E.C. Jalapa del Marqués 187+000. ....	25
Tabla II. 15. Superficies del PIV 557+260. ....	26
Tabla II. 16. Superficies del PIV 559+800. ....	28
Tabla II. 17. Superficies del PIV 560+765. ....	29
Tabla II. 18. Superficies del PIV 561+040. ....	31
Tabla II. 19. Superficies del PIV 563+520. ....	32
Tabla II. 20. Superficies del PIPR 564+820. ....	34
Tabla II. 21. Superficies del PIPG 568+420. ....	35
Tabla II. 22. Superficies del PIV 569+550 San Bartolo I. ....	37
Tabla II. 23. Superficies del PIV 569+900 San Bartolo II. ....	38
Tabla II. 24. Superficies del PIV 572+944. ....	40
Tabla II. 25. Superficies del PIV 173+805. ....	41
Tabla II. 26. Superficies del PIPG 200+400. ....	42
Tabla II. 27. Superficies del PSV 561+540. ....	44
Tabla II. 28. Superficies del PSPG 564+000. ....	45
Tabla II. 29. Superficies del PSV 564+256. ....	46
Tabla II. 30. Superficies del PSPG 564+880. ....	47
Tabla II. 31. Superficies del PSV 567+200. ....	49
Tabla II. 32. Superficies del PSV 570+127 San Bartolo III. ....	50
Tabla II. 33. Superficies del PSV 183+100. ....	52
Tabla II. 34. Superficies del Puente Río Grande 555+458. ....	53
Tabla II. 35. Superficies del puente El Tigre 562+217. ....	55
Tabla II. 36. Superficies del Puente la Meche 565+725. ....	56
Tabla II. 37. Superficies del Puente el Horganal 570+800. ....	58
Tabla II. 38. Superficies del del puente el Colorado 176+000. ....	59
Tabla II. 39. Superficies del Puente 189+270. ....	61
Tabla II. 40. Superficies del Puente 192+506. ....	62
Tabla II. 41. Resumen de superficies dentro del derecho de vía autorizado y adicional. ....	64
Tabla II. 42. Cronograma de actividades etapas de construcción, operación y mantenimiento. ....	66
Tabla II. 43. Distribución de región, distrito y municipio de las estructuras adicionales a lo largo del eje. ....	66
Tabla II. 44. Ubicación de las obras adicionales de la Autopista, por municipio. ....	68
Tabla II. 45. Resumen de actividades por concepto. ....	69
Tabla II. 46. Estructuras adicionales: puentes. ....	71
Tabla II. 47. Estructuras adicionales: entronque. ....	71
Tabla II. 48. Estructuras adicionales: Pasos Inferiores. ....	72
Tabla II. 49. Estructuras adicionales: Pasos Superiores. ....	72
Tabla II. 50. Obras provisionales: comedores y vestidores. ....	72
Tabla II. 51. Actividades de mantenimiento rutinario. ....	73
Tabla II. 52. Actividades de mantenimiento periódico. ....	74
Tabla II. 53. Actividades de mantenimiento de emergencia. ....	74



Tabla II. 54. Clasificación de residuos en operación y mantenimiento .....	75
Tabla II. 55. Fuentes generadoras de Gases Efecto Invernadero en la Etapa de Operación y Mantenimiento.....	76
Tabla II. 56. Gases Efecto Invernadero determinados en la Etapa de Operación y Mantenimiento .....	77
Tabla II. 57. Calculo de emisiones por fuente y componente. ....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Representación gráfica del trazo del proyecto autorizado en el oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03. ....	6
Figura II. 2. Ubicación de las estructuras adicionales a lo largo del eje del tramo I. ....	17
Figura II. 3. Ubicación de las estructuras adicionales a lo largo del eje del tramo III. ....	18
Figura II. 4. Proyecto en planta del Entronque Carretero Jalapa del Marqués 187+000.....	24
Figura II. 5. Proyecto del E.C. Jalapa del Marqués 187+000.....	24
Figura II. 6. Proyecto en planta del PIV 557+260.....	26
Figura II. 7. Proyecto del PIV 557+260.....	26
Figura II. 8. Proyecto en planta y perfil longitudinal del PIV 559+800 .....	27
Figura II. 9. Proyecto del PIV 559+800.....	28
Figura II. 10. Proyecto en planta y perfil longitudinal del PIV 560+765. ....	29
Figura II. 11. Proyecto del PIV 560+765.....	29
Figura II. 12. Proyecto en planta y perfil longitudinal del PIV 561+040 .....	30
Figura II. 13. Proyecto del PIV 561+040.....	30
Figura II. 14. Proyecto en planta y perfil longitudinal del PIV 563+520. ....	32
Figura II. 15. Proyecto del PIV 563+520.....	32
Figura II. 16. Proyecto en planta y corte transversal del PIPR 564+820 .....	33
Figura II. 17. Proyecto del PIPR 564+820.....	33
Figura II. 18. Proyecto en planta y corte longitudinal del PIPG 568+420. ....	35
Figura II. 19. Proyecto del PIPG 568+420.....	35
Figura II. 20. Proyecto en planta del PIV 569+550 San Bartolo I.....	36
Figura II. 21. Proyecto del PIV 569+550 San Bartolo I.....	36
Figura II. 22. Proyecto en planta del PIV 569+900 San Bartolo II.....	38
Figura II. 23. Proyecto del PIV 569+900 San Bartolo II.....	38
Figura II. 24. Proyecto en planta y corte longitudinal del PIV 572+944. ....	39
Figura II. 25. Proyecto del PIV 572+944.....	39
Figura II. 26. Proyecto en planta y corte longitudinal del PIV 173+805. ....	40
Figura II. 27. Proyecto del PIV 173+805.....	41
Figura II. 28. Proyecto en planta y corte longitudinal del PIPG 200+400 .....	42
Figura II. 29. Proyecto del PIPG 200+400.....	42
Figura II. 30. Proyecto en planta y corte transversal del PSV 561+540. ....	43
Figura II. 31. Proyecto del PSV 561+540.....	43
Figura II. 32. Proyecto en planta y corte transversal del PSPG 564+000.....	44
Figura II. 33. Proyecto del PSPG 564+000.....	45
Figura II. 34. Proyecto en planta del PSV 564+256.....	46

Figura II. 35. Proyecto del PSV 564+256.....	46
Figura II. 36. Proyecto en planta y corte transversal del PSPG 564+880.....	47
Figura II. 37. Proyecto del PSPG 564+880.....	47
Figura II. 38. Proyecto en planta del PSV 567+200.....	48
Figura II. 39. Proyecto del PSV 567+200.....	48
Figura II. 40. Proyecto en planta y corte longitudinal del PSV 570+127 San Bartolo III. .....	50
Figura II. 41. Proyecto del PSV 570+127.....	50
Figura II. 42. Proyecto en planta y corte longitudinal del PSV 183+100.....	51
Figura II. 43. Proyecto del PSV 183+100.....	52
Figura II. 44. Proyecto en planta y perfil longitudinal del Puente Río Grande 555+458. .....	53
Figura II. 45. Proyecto del Puente Río Grande 555+458.....	53
Figura II. 46. Proyecto en planta y perfil longitudinal del Puente El Tigre 562+217. ..	54
Figura II. 47. Proyecto del puente El Tigre 562+217.....	55
Figura II. 48. Proyecto en planta y perfil longitudinal del Puente la Meche 565+725. .....	56
Figura II. 49. Proyecto del Puente la Meche 565+725.....	56
Figura II. 50. Proyecto en planta y de perfil del Puente el Horganal 570+800.....	57
Figura II. 51. Proyecto del Puente el Horganal 570+800.....	58
Figura II. 52. Proyecto en planta y de perfil del puente el Colorado 176+000.....	59
Figura II. 53. Proyecto del puente el Colorado 176+000.....	59
Figura II. 54. Proyecto en planta y perfil longitudinal del Puente 189+270.....	60
Figura II. 55. Proyecto del Puente 189+270.....	61
Figura II. 56. Proyecto en planta y perfil longitudinal del Puente 192+506.....	62
Figura II. 57. Proyecto del Puente 192+506.....	62
Figura II. 58. Mapa de ubicación del proyecto respecto a las regiones económicas del estado de Oaxaca.....	67
Figura II. 59. Mapa de ubicación del proyecto respecto a los distritos económicos del estado de Oaxaca.....	67

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

### II.1. Información general del proyecto, plan o programa

#### Antecedentes

El proyecto Mitla–Tehuantepec está autorizado en Materia de Impacto Ambiental mediante el Oficio Resolutivo No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03 de fecha 15 de octubre de 2003, tiene una longitud de 160.34 km, con origen en el km 551+496.04AT=553+712.01AD del Libramiento de Mitla y finaliza en el km 210+000AT=km 39+010AD de la autopista Salina Cruz – La Ventosa.

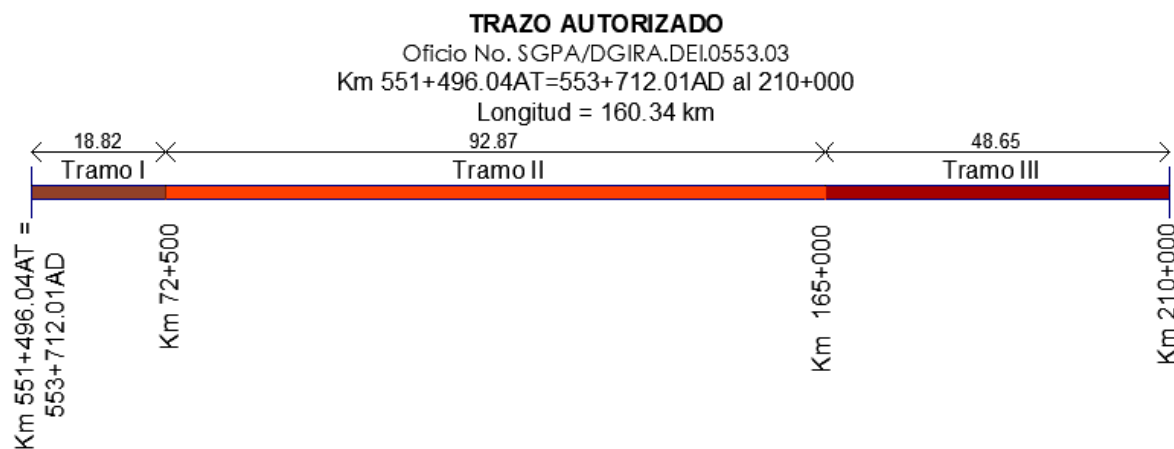


Figura II. 1. Representación gráfica del trazo del proyecto autorizado en el oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03.

Para fines constructivos, el trazo fue seccionado en tres tramos y a la vez el trazo se dividió en 20 subtramos, por lo que los planos del proyecto se presentan bajo esta subdivisión. Este desglose por subtramos es únicamente para el análisis e interpretación de los planos y distribución de las estructuras dentro de los mismos. Aunado a lo anterior y de acuerdo con el Resolutivo No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03, el derecho de vía autorizado corresponde a un ancho de 60 metros. Por lo tanto, al anexarse o extender alguna estructura, el límite de la línea de ceros que sobresale a esta superficie se convierte en el derecho de vía (DDV) y se les denomina “sobreanchos”, teniendo así que el ancho del derecho de vía deja de ser homogéneo y se vuelve variable.

La Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) autorizada de manera condicionada a través del Oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DEI.0553.03 solicitó la construcción de 4 entronques, 13 pasos inferiores, 14 pasos superiores, 582 obras de drenaje menor, 13 túneles, 42 puentes/viaductos. Obras provisionales y asociadas: acondicionamiento de caminos de acceso, almacenes, talleres, bodegas, campamentos, dormitorios y comedores. En dicho resolutivo se tiene una superficie total autorizada (considerando entronques y pasos a desnivel) de 989.89 ha.

En la siguiente tabla se presenta el número de obras por concepto referidas en el Oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DEI.0553.03.

Tabla II. 1. Obras autorizadas en el Oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DEI.0553.03.

<b>Eje troncal</b>	<b>Ubicación</b>
Ancho de corona (DDV)	km 551+496.04AT=553+712.01AD al 210+000AT=km 39+010AD
<b>Infraestructura adicional</b>	<b>Ubicación</b>
4 entronques	Entronque Santa María Albarrada km 72+120
	Entronque Tierra Blanca km 91+200
	Entronque Lachiguiri-Guiechiquero km 173+805
	Entronque Tehuantepec II km 2010+00
13 pasos inferiores vehiculares	km 81+790, 94+860, 97+680, 98+510, 99+320, 172+060, 172+625, 177+040, 178+900, 180+086, 182+380, 182+680 y 687+700
14 pasos superiores vehiculares	km 134+220, 135+620, 146+400, 147+240, 147+740, 179+040, 184+368, 689+890, 190+717, 196+124, 196+920, 201+526, 203+527 y 204+720
582 obras de drenaje menor	-
13 túneles	km 87+750, 91+330, 93+150, 93+800, 108+125, 109+740, 110+270, 110+735, 112+085, 121+000, 139+190, 141+420 y 143+613
42 puentes/viaductos	km 555+450, 570+800, 77+260, 80+820, 87+260, 87+580, 94+085, 103+140, 108+290, 108+820, 109+095, 110+080, 110+530, 110+650, 122+895, 124+320, 124+920, 126+577, 133+610, 137+780, 139+020, 140+440, 141+320, 141+840, 145+208, 148+400, 152+200, 152+560, 160+400, 163+520, 165+560, 166+890, 168,580, 170+483, 173+667, 175+760, 176+000, 181+100, 684+780, 689+270, 190+289, 192+506
<b>Obras provisionales y asociadas</b>	<b>Ubicación</b>
Acondicionamiento de caminos de acceso	Para acceder principalmente al subtramo paralelo al Río Tehuantepec (del km 128+000 al km 165+838.37)
Almacenes, bodegas y talleres	Santa María Albarradas, Guiechiquero y Santa María Mixtequilla

Eje troncal	Ubicación
Campamentos, dormitorios y comedores	Entre el km 120 y 170
125 Instalaciones sanitarias portátiles	Distribuidos en los frentes de trabajo

Tabla II. 2. Tabla de superficies autorizadas en el Oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03.

Concepto	Superficie Autorizada
Eje troncal (DDV)	962.05 ha
Infraestructura adicional	27.84 ha
Obras provisionales y asociadas	---
<b>Total=</b>	989.89 ha

Para el diseño y construcción del proyecto, fue necesario realizar estudios topográficos, que muestran detalladamente el área donde se ubicaría cada estructura en la zona, y estudios geotécnicos, para conocer las características de los materiales de suelo y subsuelo.

Dentro de los beneficios de la autopista Mitla-Tehuantepec, se encuentran los siguientes:

- Mejor comunicación entre la región del Istmo de Tehuantepec y la zona Mixe.
- Disminución en los tiempos de recorrido de la ciudad de Oaxaca al Istmo de Tehuantepec, al pasar de 4 horas con 30 minutos a 2 horas con 30 minutos.
- Mejoramiento de la seguridad para los usuarios de la vía y reducción de los costos de operación del transporte.
- Beneficiará a más de 80 mil habitantes de 13 comunidades del estado de Oaxaca, entre las que se encuentran: San Pablo Villa de Mitla, San Lorenzo Albarradas, Santa María Albarradas, San Pedro y San Pablo Ayutla, Santo Domingo Tepuxtepec, San Pedro Quiatoni, Santo Domingo Narro, San Juan Juquila Mixes, Santiago Quicavicuzas, San Juan Lachixila, Santiago Lachiguiri, Santa María Jalapa del Marqués y Santa María Mixtequilla.

Adicionalmente, se presenta la relatoría de hechos que sirvieron como fundamento para la elaboración de la presente MIA-R del proyecto autopista Mitla-Tehuantepec, etapa de operación y mantenimiento.

1.- Mediante Oficio Resolutivo No. SGPA/DGIRA.DEI.0553.03 de fecha 15 de octubre de 2003 (Anexo II.7.1) la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) autorizó de manera condicionada el proyecto "Mitla-Tehuantepec."

2.- Con fechas 25, 26 y 27 de junio de 2014, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) realizó una visita de inspección, misma que se llevó a cabo en el tramo del km 551+496.04 AT del Libramiento de Mitla al km 210+000 del proyecto denominado "Mitla-Tehuantepec", la PROFEPA registró hechos y omisiones que pueden constituir violaciones a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, a su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás disposiciones legales, quedando asentados los hechos en el Acta de Inspección No. PFFA/26.3/2C.27.5/0062-14 (Anexo II.7.2) de fecha 27 de junio de 2014.

3.- Con fecha 28 de noviembre de 2017, tras diversas diligencias ante la PROFEPA, esta emitió la Resolución Administrativa No. 673 (Anexo II.7.3), a través de la cual se impusieron al Centro SCT Oaxaca, seis medidas correctivas, incluyendo la medida establecida en el Considerando IX, numeral 2.

4.- Con fecha 18 de agosto de 2021, mediante Oficio No. 6.19.414.PPS-163/2021 (Anexo II.7.4) y recibido ante la Oficialía de partes de la DGIRA el 24 de agosto de 2021, se solicitó opinión técnica respecto a las obras construidas que no se encuentran previstas en el Oficio Resolutivo No. SGPA/DGIRA. DEI.0553.03 de fecha 15 de octubre de 2003.

5.- Con fecha 22 de febrero del 2022, mediante Oficio No. SGPA/DGIRA/DG-01246-22 (Anexo II.7.5) el cual fue notificado el día 15 de marzo de 2022, esta H. Dirección requirió a la promovente presentar una MIA en modalidad Regional para las etapas de operación y mantenimiento de las obras que ya se encuentran construidas sin autorización.

Por lo anterior y en cumplimiento al Artículo 28 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se somete a consideración de la Secretaría la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (MIA-R) para la fase de



operación y mantenimiento de 28 obras adicionales de la Autopista Mitla-Tehuantepec.

### **II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa**

Esta Autopista formó parte del programa general de modernización de la red de carreteras troncales del país, en particular de la vialidad primaria del Estado de Oaxaca.

A la fecha, la Autopista se construye bajo la modalidad de Proyecto de Prestación de Servicios (PPS) a través de una concesión para construir, operar, explotar, conservar, mantener, modernizar y ampliar la carretera de jurisdicción federal.

El Promotor de la autopista Mitla-Tehuantepec es la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) y la Concesionaria es Autovía Mitla Tehuantepec, S.A. de C.V. (IDEAL).

La construcción de la Autopista se encuentra dentro del sector económico Construcción, esto de acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2018).

Como se mencionó anteriormente, el proyecto de la autopista Mitla-Tehuantepec está autorizado en Materia de Impacto Ambiental mediante el Resolutivo No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03 de fecha 15 de octubre de 2003. Sin embargo, fue necesario el incremento de infraestructuras adicionales como entronques, pasos vehiculares tanto superiores como inferiores, puentes, entre otras. La adición de un entronque permitirá una mejor comunicación entre las diferentes localidades aledañas; los pasos vehiculares y peatonales (inferiores y superiores) evitan interrumpir la conectividad existente de los caminos secundarios y brechas que benefician a los pobladores de la región; el incremento de puentes deriva de los estudios hidráulicos de la zona, en donde se consideró necesaria la proyección de puentes en lugar de obras de drenaje.

Dado lo anterior, se solicita la autorización en materia de impacto ambiental para la etapa de operación y de mantenimiento de 28 estructuras adicionales de la autopista Mitla-Tehuantepec, debido a que estas ya fueron construidas, en su

mayoría dentro del DDV autorizado en el resolutivo No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03. Las obras corresponden a: 1 Entronque, 9 Pasos Inferiores Vehiculares (PIV); 5 Pasos Superiores Vehiculares (PSV); 2 Pasos Inferiores Peatonales y Ganaderos (PIPG); 2 Pasos Superiores Peatonales y Ganaderos (PSPG); 1 Paso Inferior Peatonal con Rampa, 7 Puentes y 1 área destinada a obras provisionales, los cuales tienen como objetivo complementar la funcionalidad de la Autopista.

Las obras provisionales corresponden a Comedores y vestidores, estos fueron empleados de manera temporal durante la etapa de preparación del sitio y construcción y posteriormente donados para uso comunitario, por ello se incluye en esta Manifiesto de Impacto Ambiental.

## II.1.2 Justificación

### Justificación técnica

- Para la construcción del entronque se consideró el tránsito de vehículos, la topografía, el tipo de caminos que había que enlazar, la arquitectura, los carriles de aceleración y deceleración y todos los temas que influyen en el diseño. En el diseño se realizó la revisión de la topografía respecto a la rasante en cada una de las gasas, haciendo los ajustes necesarios para su construcción. Con el apoyo del estudio geotécnico se pudo conocer la inclinación de taludes de los cortes, el terreno natural sobre el que se desplantarían los terraplenes, los bancos de materiales para la construcción de terracerías y los espesores especificados para las capas de terracería y de pavimento.

Así mismo se consideró el volumen de tránsito esperado en el tramo donde se construyó el entronque, basándose en el volumen horario de proyecto alojado durante la hora máxima de demanda de la mañana en una dirección y durante la hora de máxima demanda en la tarde, en la dirección opuesta, dando como resultado, fundamental construir dicho entronque. También se estudiaron los enlaces con los caminos que originan el cruce, permitiendo la mezcla de las corrientes del tránsito. El propósito de esta obra es tener acceso a la carretera y disminuir tiempos de traslado entre comunidades, propiciando un mayor desarrollo económico de la región.

- La construcción de los Pasos Inferiores de tipo Vehicular son necesarios para el tránsito libre y seguro que existen en las localidades y municipios aledaños a estas estructuras. Aunado a esto, es necesario mencionar que en los cadenamientos donde se construyeron estas estructuras, existen caminos secundarios que han sido utilizados como caminos rurales por los pobladores. Por lo anterior es necesario permitir que estas vías secundarias sigan funcionando y no se vea interrumpido el paso, debido a la construcción de la autopista Mitla-Tehuantepec.
- Los Pasos Superiores de tipo Vehicular son estructuras que se construyen en un cruce de la carretera, es decir, se construyen por encima de otra vialidad secundaria. Los Pasos Superiores Vehiculares son necesarios para seguir permitiendo el flujo vehicular y al mismo tiempo permitir la comunicación entre las localidades que dan uso a los caminos secundarios existentes, mismos que fueron necesarios debido a los flujos vehiculares importantes en esas zonas.
- La construcción de Pasos Inferiores y Superiores Peatonales y Ganaderos, se ubicaron en segmentos carreteros con movimientos fuertes de peatones y ganados. La anchura del andador de estos pasos se definió en términos de los flujos esperados de peatones y ganados. Por seguridad los pasos superiores cuentan con malla metálica circundante que reduce las posibilidades de que los peatones arrojen objetos a los vehículos que circulan por debajo del paso.

Estos pasos son considerados como estructuras primordiales debido a que permiten el tránsito continuo de los habitantes y de ganados a dicha zona de proyecto y así solventan la necesidad de comunicación entre los pobladores.

- La construcción de los puentes fue necesaria debido a la existencia de corrientes o cuerpos de agua en las diferentes zonas, ya que no podían ser solventados por una obra de drenaje menor y fue necesario cruzar dichas corrientes sin obstruir los cauces naturales.

### **Justificación ambiental**

- La operación del entronque no deriva en incremento de impactos negativos, ya que algunos de los ejes de los entronques se construyeron sobre los caminos

de terracería existentes que cruzan el eje troncal del proyecto y la vegetación que resultó afectada es de tipo secundaria.

- Los pasos superiores e inferiores no derivan en incremento de impactos ambientales negativos a los estimados en la MIA-R 2003. Ya que una parte de la superficie de estas estructuras se encuentran por arriba o abajo del ancho de corona previamente autorizados, aunado a esto, dichos pasos se ubican sobre caminos de terracerías existentes, por lo que no se afectó mayor vegetación al contemplado en la MIA-R 2003.
- Con la finalidad de mantener un diseño geométrico vial, adaptable a las necesidades de la región, pero a su vez produzcan un menor daño en el entorno, se consideró la incursión de estructuras conocidas como puentes, las cuales tienen la finalidad de mantener los escurrimientos hidrológicos que cruzan el eje, trayendo consigo efectos ambientales positivos: el mayor efecto positivo que producen es el de darle continuidad a un mayor número de probables rutas de desplazamiento de fauna, que se tienen identificadas sobre el trazo del eje troncal y que el trazo original interrumpió al no considerar más este tipo de estructuras, otro efecto positivo es la no obstrucción de las corrientes de los cauces naturales.

### **Justificación social**

- La operación del entronque mencionado en el presente estudio obedece a factores sociales, ya que permite la conexión del municipio de Santa María Jalapa del Marqués con la autopista Mitla-Tehuantepec, esto con el propósito de tener acceso a la carretera y disminuir tiempos de traslado entre comunidades, generando un mayor desarrollo económico de la región; proporcionando un tiempo de traslado de 27 min con destino a Tehuantepec y beneficiando un total de 11,735 habitantes (INEGI, 2020).
- Los Pasos Inferiores y Superiores de tipo Vehicular son necesarios, ya que en la zona donde se ubican dichas estructuras existen caminos secundarios que conectan las localidades de los municipios de San Lorenzo Albarradas, San Pablo Villa de Mitla, Santiago Lachiguiri, Santa María Jalapa del Marqués y Santa María Mixtequilla, permitiendo el tránsito libre y seguro entre las

localidades y municipios aledaños a estas estructuras y que estos caminos no se vean interrumpidos debido a la construcción de la autopista Mitla-Tehuantepec, mismos que forman parte de peticiones sociales.

- Los Pasos Inferiores o Superiores de tipo Peatonal y Ganadero, son considerados como estructuras primordiales debido a que permiten el tránsito de los habitantes contiguos y de sus ganados en ciertas zonas del proyecto y así solventan la necesidad de comunicación entre los pobladores, los cuales permiten un paso seguro de cruce, para poder tomar las rutas de servicio público que circulan por la vía hacia diferentes puntos del Estado de Oaxaca, este tipo de obras también forman parte de peticiones sociales de los municipios que atraviesa la Autopista.

### II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto Autopista Mitla-Tehuantepec se ubica en el estado de Oaxaca, políticamente atraviesa a los municipios de San Pablo Villa de Mitla, San Lorenzo Albarradas, Santo Domingo Albarradas, San Juan del Río, San Pedro y San Pablo Ayutla, Santo Domingo Tepuxtepec, San Pedro Quiatoni, San Carlos Yautepec, Santiago Lachiguiri, San Juan Juquila Mixes, Nejapa de Madero, Magdalena Tlacotepec, Santa María Jalapa del Marqués y Santa María Mixtequilla; pertenecientes a cuatro regiones económicas: Sierra Norte, Valles Centrales, Sierra Sur e Istmo y a cuatro distritos: Tlacolula, Mixe, Yautepec y Tehuantepec.

El acceso a la Autopista puede hacerse desde la Ciudad de Oaxaca, por la carretera estatal No. 179 en San Pablo Villa de Mitla. También se puede realizar el acceso del lado de Tehuantepec en la carretera Salina Cruz - La Ventosa en el municipio de Santa María Mixtequilla.

Tabla II. 3. Coordenadas UTM WGS84, del inicio y final del eje troncal de la autopista Mitla-Tehuantepec.

Cadenamientos	Zona	Coordenada X	Coordenada Y
551+496.04AT=553+712.01AD	14	785215.73	1873501.55
210+000AT=km 39+010AD	15	261763.18	1816588.82

En el apartado II.2.2 y II.2.3, se presenta mayor detalle de la ubicación de las estructuras adicionales.

Nota: Ver el Anexo II.I. Coordenadas UTM de las estructuras adicionales, citado en el Capítulo VIII del presente estudio.

### II.1.4 Inversión requerida

Concesión Federal bajo la modalidad de Proyecto de Prestación de Servicios para desarrollar la autopista Mitla-Tehuantepec.

Permitirá una mejor conectividad del puerto industrial de Salina Cruz con el centro del Estado de Oaxaca.

Promotor: Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT).

Concesionaria: Autovía Mitla Tehuantepec, S.A. de C.V. (IDEAL).

El presupuesto destinado para la construcción y operación de las obras adicionales de la autopista Mitla-Tehuantepec, en los Tramos I y III, deriva del presupuesto aprobado para dicha autopista (Planteado en la MIA-R Mitla-Tehuantepec) el cual, a manera de referencia es de \$4,280,000,000.00 (cuatro mil doscientos ochenta millones de pesos 00/100 M.N.). A la fecha del día 01 de octubre del 2021 se tiene un monto estimado de \$24,648,000.00 (veinticuatro millones seiscientos cuarenta y ocho mil pesos 00/100 M.N.) equivalente a \$1,214,187,192.00 USD (mil doscientos catorce millones ciento ochenta y siete mil ciento noventa y dos dólares) esto con referencia al Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, (BANOBRAS, 2021).

## II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa

El proyecto carretero, presenta un diseño geométrico que favorece la funcionalidad, la seguridad y la economía de la zona de acuerdo a las siguientes características:

Tabla II. 4. Características del proyecto.

Concepto	Unidad
Longitud del tramo	160, 340.99 m
Tipo de carretera	A2
Velocidad máxima	90 km/h
Ancho de corona	12 m
Cunetas	2.50 en forma de "V" en zonas de corte
Pendiente gobernadora	5 %
Número de carriles	2 de 3.5 m c/u
Derecho de vía	60 m
Espesor de pavimento	0.40 m



Objeto de este estudio, se encuentran las 27 estructuras adicionales de la autopista Mitla-Tehuantepec más una obra provisional de Comedores y vestidores, los cuales se desglosan de la siguiente manera:

**Obras especiales:**

Tabla II. 5. Estructuras adicionales: obras especiales.

Cantidad	Concepto	Tipo de obra
7	Puentes	Puentes vehiculares (7).

**Infraestructura adicional:**

Tabla II. 6. Estructuras adicionales: infraestructura adicional.

Cantidad	Concepto	Tipo de obra
12	Pasos Inferiores	Paso Inferior Vehicular (9). Paso Inferior Peatonal Con Rampa (1). Paso Inferior Peatonal Y Ganadero (2).
7	Pasos Superiores	Paso Superior Peatonal Y Ganadero (2). Paso Superior Vehicular (5).
1	Entronques carreteros	Entronques Carreteros (1)

**Obras temporales:**

Como parte de las obras catalogadas como temporales y que sirvieron de apoyo durante la construcción de la carretera, se consideró la apertura de un espacio destinado a los trabajadores.

Tabla II. 7. Obras adicionales: provisionales.

Cantidad	Concepto	Tipo de obra
1	Servicios	Comedores y vestidores

Esta obra provisional es catalogada de carácter temporal, ya que solo fue utilizada por los colaboradores mientras se realizaron actividades constructivas en el tramo cercano. Al finalizar las actividades, el área fue donada a la localidad cercana, previa solicitud.

A continuación, se presenta una distribución de las obras antes mencionadas, de acuerdo a su ubicación por subtramo.

Tabla II. 8. Desglose por subtramos de las estructuras adicionales de la Autopista.

Tramo	Subtramo	Longitud	Tipo de obra
I	2	Del km 554+000 al km 562+000	Puente "Río Grande" km 555+458. PIV km 557+260. PIV km 559+800. PIV km 560+765. PIV km 561+040.

Tramo	Subtramo	Longitud	Tipo de obra
III	3	Del km 562+000 al km 574+000	PSV km 561+540. Puente "El Tigre" km 562+217. PIV km 563+520. PSPyG km 564+000. PSV km 564+256. PIPR km 564+820. PSPyG km 564+880. Puente "La Meche" km 565+725. PSV km 567+200. PIPG km 568+420. PIV "San Bartolo I" km 569+550. PIV "San Bartolo II" km 569+900. PSV "San Bartolo III" km 570+127. Puente "el Horgandal" km 570+800. PIV km 572+944. *Comedores y Vestidores km 574+500.
	15	Del km 165+000 al km 174+000	PIV km 173+805
	16	Del km 174+000 al km 181+000	Puente "El Colorado"
	17	Del km 181+000 al km 187+000	PSV km 183+100
	18	Del km 187+000 al km 194+000	Entronque Jalapa del Marqués km 187+000. Puente km 189+270. Puente km 192+506.
20	Del km 199+000 al km 210+000	PIPG 200+400	

\*= Obra de carácter temporal.

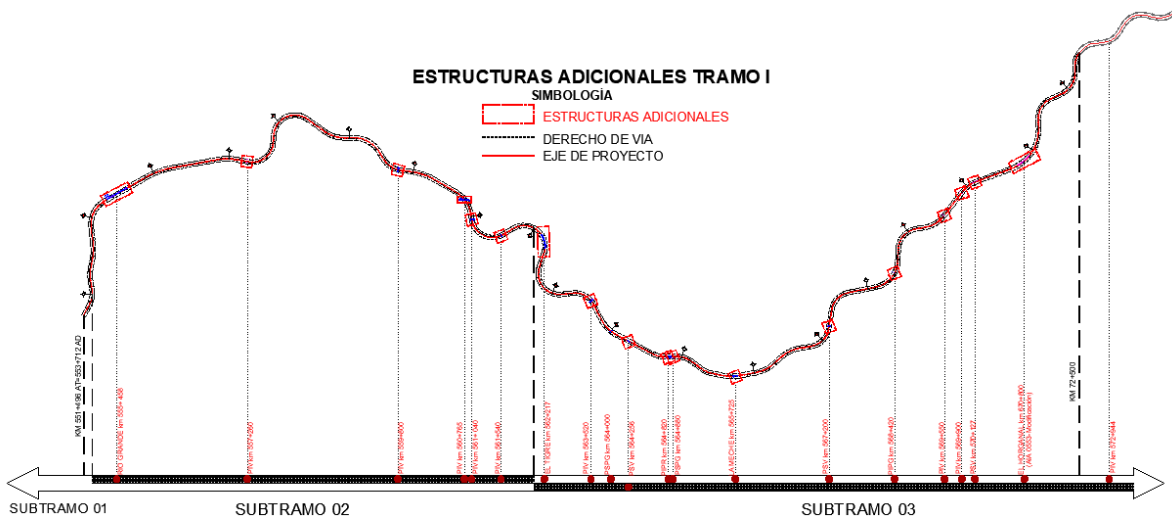


Figura II. 2. Ubicación de las estructuras adicionales a lo largo del eje del tramo I.

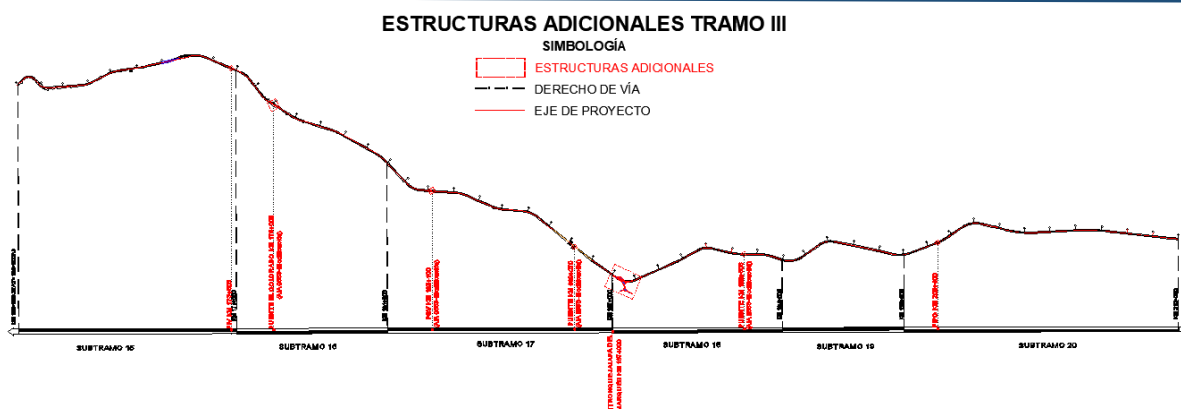


Figura II. 3. Ubicación de las estructuras adicionales a lo largo del eje del tramo III.

La ubicación de las estructuras adicionales en el eje del proyecto del tramo I y III respectivamente, se integra en el **Capítulo VIII**, apartado **VIII.2 Anexos digitales del Capítulo II**, en el **Anexo II.2 Estructuras adicionales tramo I y III**.

Tal como se mencionó anteriormente, para fines constructivos el trazo fue seccionado en tres tramos: el Tramo I abarca del km 551+496.04 AT=553+712.01 AD al km 72+500, el Tramo II va del km 72+500 al km 165+838.37 AT=165+000AD y el Tramo III abarca del km 165+838.37 al km 210+000. Debido a las igualdades resultantes de la proyección y la construcción de los tramos, el proyecto tiene diferentes igualdades de kilometrajes a lo largo de su eje, ya que fueron proyectadas en diferentes épocas por diferentes brigadas. En la siguiente tabla se presentan las igualdades que se encuentran en el proyecto.

Tabla II. 9. Relación de igualdades.

Tramo	Del km	Al km
I	551+496 AT=553+712 AD	569+700
	569+700 AT=669+700 AD	671+851
	671+851 AT= 571+820 AD	572+500
II	127+700 AT = 526+367.242 AD	527+880AT = 127+880AD
	144+000 AT = 544+000 AD	546+026.729 AT = 146+040 AD
	146+040	165+838.37 AT= 165+000 AD
III	185+400 AT = 685+400 AD	690+051
	690+051 AT = 186+000 AD	190+000

Es importante aclarar que la ubicación de las estructuras a lo largo de la autopista, hacen referencia a **cadenaientos de proyecto**, el cual es considerado como el

kilometraje obtenido mediante el trazo geométrico, el cual cumple con lo descrito en el anteproyecto o la ingeniería básica determinada en gabinete, por lo anterior y con base en los avances constructivos de obra se presentan diferentes puntos de igualdad dentro del mismo eje.

Mientras que el **cadernamiento de operación** hace referencia al cadernamiento definitivo que se va marcando a lo largo del eje de la carretera una vez que se encuentra construida, siendo este cadernamiento con el que se manejará la carretera una vez que se encuentre en operación a lo largo de sus tres tramos.

Dicho lo anterior, se recalca que los cadernamientos mencionados a lo largo de este documento son referidos a **cadernamientos de proyecto**. En la Tabla II.10, se indica la ubicación exacta en coordenadas en sistema UTM datum WGS84 (el tramo I pertenece a la zona 14 y el tramo III a la zona 15) de cada una de las estructuras, esto con la finalidad de una mejor geolocalización y evitar la confusión que se pueda presentar en cuanto a la ubicación con respecto a los cadernamientos.

### **Superficies del Proyecto**

Derivado del estudio, se hace necesario la implementación de las 28 obras, las cuales ocupan una superficie adicional de 4.892 ha, lo que representa, menos del 1.00 % (0.495%) de las 989.89 ha autorizadas en el Oficio Resolutivo S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03, el eje troncal de la autopista ya había sido evaluada anteriormente en materia de impacto ambiental, por lo que la adición de las 27 estructuras y una estructura de uso temporal, no supone mayores impactos a los evaluados en su momento en la MIA-R presentada en 2003 durante la etapa operativa.

En la siguiente tabla se muestra de forma general las superficies de cada obra, superficies adicionales y el porcentaje con respecto a la autorizada en orden ascendente de cadernamiento.

Tabla II. 10. Datos de las superficies de las 27 estructuras y una obra temporal.

No.	Estructura	Ubicación (km de proyecto)	Superficie total (ha)	Coordenada X	Coordenada Y	Superficie adicional (ha)	% de superficie adicional con respecto al autorizado	Estatus	Tipo de estructura y km, observado por la PROFEPA
1	Puente Río Grande	555+458	0.393	785640.774	1875079.013	0.000	0.000	Modificado	Puente Río Grande 556+000
2	Paso Inferior Vehicular	557+260	0.061	787344.315	1875491.173	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Peatonal 557+260
3	Paso Inferior Vehicular	559+800	0.065	789155.809	1875461.577	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Peatonal 559+800
4	Paso Inferior Vehicular	560+765	0.127	790138.869	1874975.594	0.01	0.001	Nuevo	Paso Superior Vehicular 560+765
5	Paso Inferior Vehicular	561+040	0.047	790229.221	1874721.534	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Peatonal 561+040
6	Paso Superior Vehicular	561+540	0.018	790640.223	1874536.799	0.000	0.000	Nuevo	Paso Inferior Vehicular 561+300
7	Puente El Tigre	562+217	0.242	791158.691	1874464.803	0.000	0.000	Nuevo	Puente El Tigre 562+217
8	Paso Inferior Vehicular	563+520	0.03	791777.809	1873692.707	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Peatonal 563+540
9	Paso Superior Peatonal y Ganadero	564+000	0.021	792005.402	1873327.087	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Peatonal 564+000
10	Paso Superior Vehicular	564+256	0.036	792262.414	1873167.045	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Peatonal 564+256
11	Paso Inferior Peatonal con Rampa	564+820	0.064	792778.738	1872945.731	0.000	0.000	Nuevo	Puente Vehicular 564+800
12	Paso Superior Peatonal y Ganadero	564+880	0.012	792835.654	1872944.756	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Peatonal 564+980
13	Puente La Meche	565+725	0.087	793648.313	1872711.234	0.000	0.000	Nuevo	Puente La Mecha 565+725
14	Paso Superior Vehicular	567+200	0.024	794804.387	1873213.455	0.000	0.000	Nuevo	Paso Inferior Vehicular 568+200
15	Paso Inferior Peatonal y Ganadero	568+420	0.024	795714.639	1874075.156	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Ganadero 568+420
16	Paso Inferior Vehicular San Bartolo I	569+550	0.048	796341.772	1874796.679	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Vehicular San Bartolo I 569+550
17	Paso Inferior Vehicular San Bartolo II	569+900	0.048	796608.682	1875137.810	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Vehicular San Bartolo II 569+900



No.	Estructura	Ubicación (km de proyecto)	Superficie total (ha)	Coordenada X	Coordenada Y	Superficie adicional (ha)	% de superficie adicional con respecto al autorizado	Estatus	Tipo de estructura y km, observado por la PROFEPA
18	Paso Superior Vehicular San Bartolo III	570+127	0.102	796728.837	1875269.383	0.000	0.000	Nuevo	Puente San Bartolo 3 570+127
19	Comedores y vestidores	574+500	0.006	799774.360	1877629.220	0.006	0.001	Nuevo	Comedores y vestidores 574+500
20	Puente El Horganal	570+800	0.39	797374.480	1875503.561	0.000	0.000	Modificado	Puente El Organal 570+700 y Puente La Organal 570+800
21	Paso Inferior Vehicular	572+944	0.107	798530.351	1877066.675	0.000	0.000	Nuevo	Puente/Paso Superior Vehicular (Del Entronque Santa Ma. Albarradas) 573+000
22	Paso Inferior Vehicular	173+805	0.049	232719.338	1840100.812	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Vehicular (Del Entronque Lachiguiri) 173+777
23	Puente El Colorado	176+000	0.398	233472.809	1838103.065	0.000	0.000	Modificado	Puente Arroyo La Pichancha entre 173+777 y 176+000, Puente Arroyo La Pichancha 176+000
24	Paso Superior Vehicular	183+100	0.151	237228.348	1832175.622	0.000	0.000	Modificado	Paso Inferior Vehicular 183+100
25	Entronque Jalapa del Marqués	187+000	7.955	242084.090	1825651.003	4.876	0.493	Nuevo	Entronque Jalapa del Marqués 187+000
26	Puente	689+270	0.086	241058.413	1827613.330	0.000	0.000	Modificado	Puente 185+600
27	Puente	192+506	0.099	246708.309	1824188.159	0.000	0.000	Modificado	Puente Vehicular 196+271
28	Paso Inferior Peatonal y Ganadero	200+400	0.019	253515.433	1820953.276	0.000	0.000	Nuevo	Paso Superior Peatonal, Puente Paso Peatonal 201+000
		<b>Total</b>	<b>10.709*</b>			<b>4.892</b>	<b>0.495</b>		

\*Nota: De las 10.709 ha, únicamente 4.892 se encuentran fuera del DDV autorizado (superficie adicional), es decir 5.817 ha se encuentran dentro del DDV autorizado a través del Oficio Resolutivo No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03.

**Superficie adicional:** se considera como superficie adicional a todo aquel polígono que en virtud de su posición se encuentra fuera del derecho de vía autorizado y que, para el presente documento, su unidad de medida es en hectárea (ha).

En la Tabla II.10 se indican las 28 obras objeto del presente estudio, es importante mencionar que seis de ellas se encuentran en el estatus de “modificado” lo cual hace referencia a aquellas estructuras que fueron autorizadas mediante el Oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03 y que fue necesaria su modificación en longitud o fue necesaria su reubicación, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla II. 11. Estructuras autorizadas-modificadas en longitud o reubicadas.

No.	Estructura	Ubicación (km de proyecto)	Superficie total (ha)	Superficie adicional (ha)	Autorizado con las siguientes características	Construido con las siguientes características.
1	Puente Río Grande	555+458	0.393	0	Longitud= 160 m	Longitud= 205.16
2	Puente El Horganal	570+800	0.39	0	Longitud= 220 m	Longitud= 220.0
3	Puente El Colorado	176+000	0.398	0	Longitud= 80 m	Longitud= 213.84
4	Paso Superior Vehicular	183+100	0.151	0	Km 184+368	Reubicado en el km 183+100
5	Puente	189+270	0.086	0	Longitud= 40 m	Longitud= 61.44
6	Puente	192+506	0.099	0	Longitud= 30 m	Longitud= 61.80

En la siguiente tabla se muestra el resumen de superficies autorizadas, superficie modificada dentro del DDV y la superficie adicional requerida debido a la construcción de las estructuras adicionales.

Tabla II. 12. Comparativa de superficies autorizadas y adicionales.

Concepto	Superficie Autorizada Oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03	Superficie Modificada dentro del DDV	Superficie Adicional	Superficie total de afectación
Eje troncal (DDV)	962.05 ha	5.817 ha	---	<b>994.782 ha</b>
Infraestructura adicional	27.84 ha	---	4.886 ha	
Obras provisionales y asociadas	---	---	0.006 ha	
<b>Total=</b>	<b>989.89 ha</b>	<b>5.817 ha</b>	<b>4.892 ha</b>	

La superficie total de afectación es la suma de la superficie total autorizada en el Oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03 más la suma de la superficie adicional utilizada para la construcción de las 28 obras mencionadas en este estudio.

Las estructuras adicionales corresponden a aquellas obras que se construyeron para completar la funcionalidad de la carretera Mitla-Tehuantepec.

A continuación, se muestra un listado de superficies por conceptos de estructura adicional.

Tabla II. 13. Superficies por tipo de estructura.

Estructuras adicionales	Superficie de afectación dentro del DDV		Superficie Adicional		
	Permanente	Temporal	Permanente	Temporal	Total
Entronques Carreteros	1.742 ha	1.337 ha	2.141 ha	2.735 ha	4.876 ha
Pasos Inferiores	0.679 ha	0.000 ha	0.010 ha	0.000 ha	0.010 ha
Pasos Superiores	0.364 ha	0.000 ha	0.000 ha	0.000 ha	0.000 ha
Puentes	1.695 ha	0.000 ha	0.000 ha	0.000 ha	0.000 ha
Obras provisionales	0.000 ha	0.000 ha	0.000 ha	0.006 ha	0.006 ha
<b>Total=</b>	<b>4.480 ha</b>	<b>1.337 ha</b>	<b>2.151 ha</b>	<b>2.741 ha</b>	<b>4.892 ha</b>

Al construir las diferentes estructuras, se hizo una afectación permanente dentro del derecho de vía autorizado de 4.480 ha, mientras que 1.337 ha presentaron una afectación temporal, ya que, posterior a la construcción, se permitirá la revegetación natural de dicha superficie.

Por otro lado, dada las dimensiones de las obras, fue necesaria la utilización de una superficie adicional de 4.892 ha de las cuales, 2.151 ha presentan una ocupación permanente y 2.741 ha fueron utilizadas únicamente durante la construcción de las 27 obras permanentes y una de uso temporal.

Es necesario mencionar que, durante la operación del entronque se permite la revegetación natural en la superficie de ocupación temporal, mientras que la infraestructura de los comedores y vestidores, después de su uso, fueron donadas a las comunidades para ser utilizadas para los fines que a ellos convengan.

A continuación, se describe la conformación de las 28 obras, objeto del presente documento

### 1. Entronques carreteros

#### Entronque Jalapa del Marqués 187+000

El entronque consistió en la construcción de una pista de tipo A2, con cuatro ramificaciones directas que se interconectan al eje del proyecto, una de tipo convergencia simple en dirección a Oaxaca (eje 10) con una longitud de 680.30 m, unida a esta rama existe una divergencia simple (eje 50) de 97.92 m. Cuenta con una divergencia simple en dirección a Tehuantepec, que interconecta en la dirección Guiechiquero con una longitud de 735.94 m, así como una convergencia simple, proveniente de la carretera “Guiechiquero – Jalapa del Marques” y salida hacia Tehuantepec de 835.36 m.

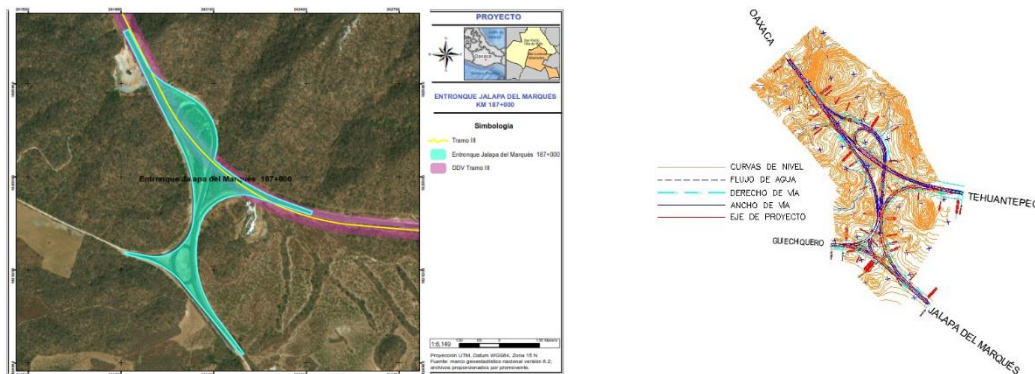


Figura II. 4. Proyecto en planta del Entronque Carretero Jalapa del Marqués 187+000.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del entronque Jalapa del Marqués 187+000.

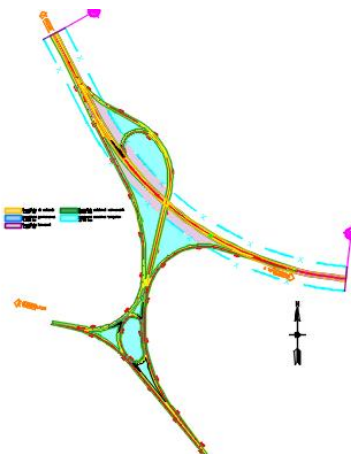







Figura II. 5. Proyecto del E.C. Jalapa del Marqués 187+000.

Tabla II. 14. Superficies del E.C. Jalapa del Marqués 187+000.

Entronque Jalapa del Marqués 187+000	Derecho de vía			Superficie adicional		Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)	Superficie temporal (ha)	Permanente (ha)	Temporal (ha)	
Superficie de ocupación	1.047 	0.695 	1.337 	2.141 	2.735 	<b>7.955</b>

En el tramo donde se ubica el entronque Jalapa del Marqués, se tiene una superficie autorizada permanente de 1.047 ha que corresponden al ancho de calzada de la autopista, mientras que del derecho de vía 0.695 ha pasaron a formar parte de superficie permanente del entronque y 1.377 ha de la superficie de afectación temporal, pero debido a ejes del entronque, fue necesario una superficie adicional de 2.141 ha para la afectación permanente que es ocupada por la calzada de los ejes y 2.735 ha para una afectación temporal, sumando así una superficie adicional de 4.876 ha

La construcción de este entronque obedeció a factores sociales, ya que permite la conexión del municipio de Santa María Jalapa del Marqués con la autopista Mitla-Tehuantepec, proporcionando un tiempo de traslado de 27 min con destino a Tehuantepec y beneficiando un total de 11,735 habitantes (INEGI, 2020).

De acuerdo con los estudios realizados tanto en el ámbito nacional como internacional, se considera a la accesibilidad como un indicador de carencia en políticas de desarrollo en áreas de escaso nivel de urbanización (García *et al.*, 2019). Sin embargo, el construir nuevas carreteras no es sinónimo de desarrollo para las zonas marginadas, se debe tener en cuenta las necesidades sociales y económicas de cada región.

## 2. Pasos inferiores

### Paso Inferior Vehicular ubicado en el km 557+260

La estructura del PIV está conformada por un claro libre de 28.00 m y corresponde a un paso de una sola vía. La infraestructura está elaborada a base de pilas con un diámetro de 1.20 m, con una capacidad de carga de 320 t por pila, un cabezal de 6.00 m de largo x 2.69 m de alto, aleros de 3.40 m reforzados. La superestructura está constituida por una losa de concreto reforzado de 0.18 m de peralte y se encuentra simplemente apoyada sobre tres traveses de concreto tipo AASHTO de



28.00 m de claro y 1.35 de peralte, un ancho total de 6.00 m y ancho de calzada de 4.98 m.

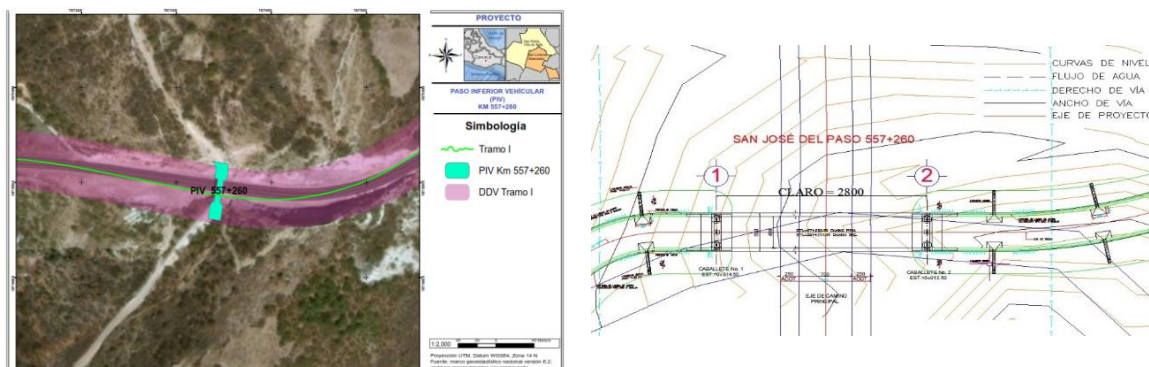


Figura II. 6. Proyecto en planta del PIV 557+260.

Desglose de superficies del PIV 557+260.

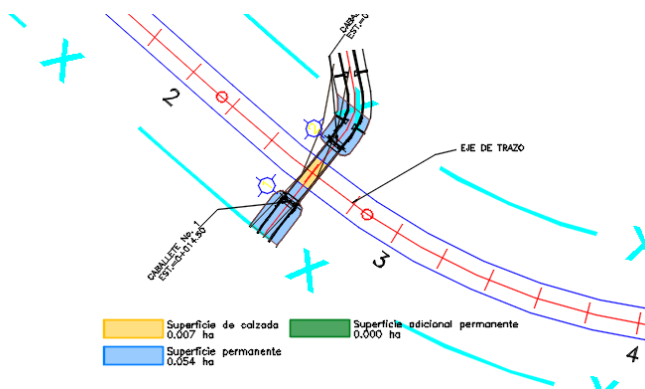


Figura II. 7. Proyecto del PIV 557+260.

Tabla II. 15. Superficies del PIV 557+260.

PIV 557+260	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.007	0.054	0.000	<b>0.061</b>

La superficie total de la estructura es de 0.061 ha, de los cuales 0.007 son parte de la superficie de calzada autorizada de la autopista Mitla-Tehuantepec y 0.054 ha formaban parte del derecho de vía que pasaron a formar parte del PIV. Es necesario señalar que, para la construcción de esta estructura no se requirió una superficie adicional a la autorizada.

La construcción de este paso inferior, es resultado de una solicitud de la comunidad, ya que existe un camino secundario que conecta las localidades de San José del Paso y San Miguel Albarradas situadas en el Municipio de San Pablo Villa de Mitla, por lo que la construcción del PIV permite la comunicación entre las localidades.

### Paso Inferior Vehicular ubicado en el km 559+800

El PIV está conformado por un claro libre de 32.00 m, con un ancho de calzada de 4.98 m y un ancho total de 6.00 m, de una sola vía (a terrenos de cultivo). La infraestructura es a base de pilastras de 1.20 m de diámetro con una capacidad de carga de 550 t por pilastrón y cabezales de 6.00 m de largo por 2.63 m de alto, con aleros de refuerzo. La superestructura está formada a base de una losa de concreto reforzado con un peralte de 0.18 m, colada in situ, simplemente apoyada sobre tres traveses de concreto tipo AASHTO de 32.00 m de largo y 1.35 m de peralte.

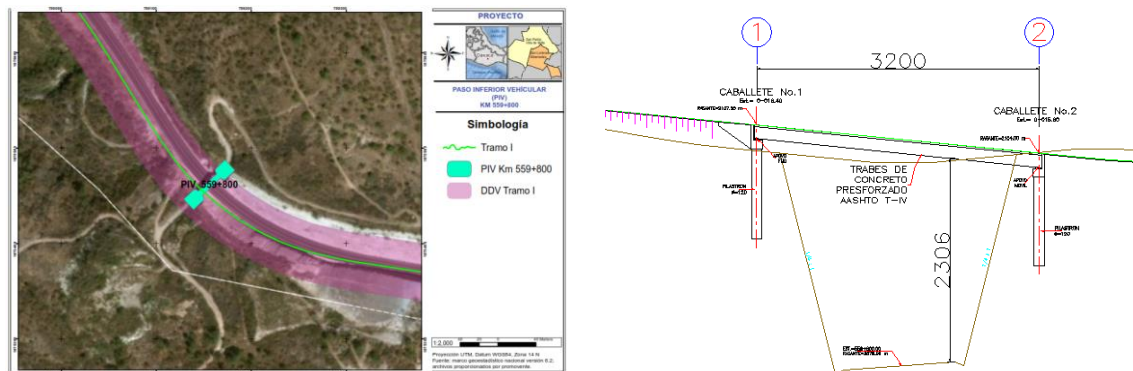


Figura II. 8. Proyecto en planta y perfil longitudinal del PIV 559+800

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PIV 559+800.

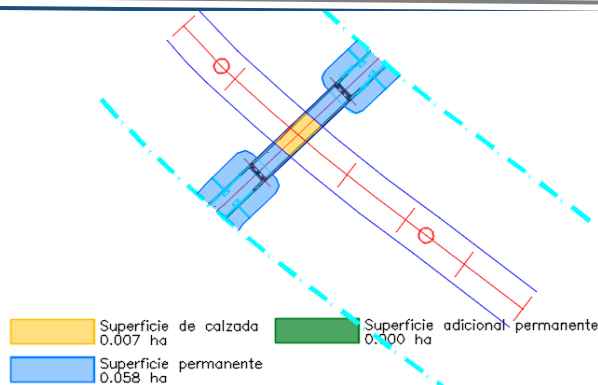


Figura II. 9. Proyecto del PIV 559+800.

Tabla II. 16. Superficies del PIV 559+800.

PIV 559+800	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
<b>Superficie de ocupación</b>	0.007 <span style="color: yellow;">■</span>	0.058 <span style="color: blue;">■</span>	<b>0.000</b> <span style="color: green;">■</span>	<b>0.065</b>

La superficie autorizada permanente de calzada es de 0.007 ha y al adicionar el Paso Inferior Vehicular, 0.058 ha del derecho de vía pasan a formar parte de la estructura, el PIV 559+800 tiene una superficie total de ocupación de 0.065 ha, los cuales se encuentran dentro del derecho de vía autorizado.

La construcción de este PIV fue necesaria ya que dicho camino secundario conecta a áreas de cultivo de San Miguel Albarradas perteneciente al municipio de San Pablo Villa de Mitla y al municipio de San Lorenzo Albarradas.

### Paso Inferior Vehicular ubicado en el km 560+765

El PIV 560+765 está conformado por un claro libre de 32.00 m. La infraestructura está formada por estribos de concreto reforzado con una altura 12.45 m, con una base de concreto reforzado en forma de zapata con una geometría de 5.85 m de ancho por 0.60 m de alto. La superestructura está formada de una losa de concreto reforzado de 0.18 m de peralte, colada in situ, simplemente apoyada sobre seis trabes de concreto tipo AASHTO de 32.0 m de largo por 1.35 m de peralte, cuenta con un ancho total de 8.0 m y 7.20 m de ancho de calzada, dicha estructura consta de dos vías (Mitla-Ayutla).

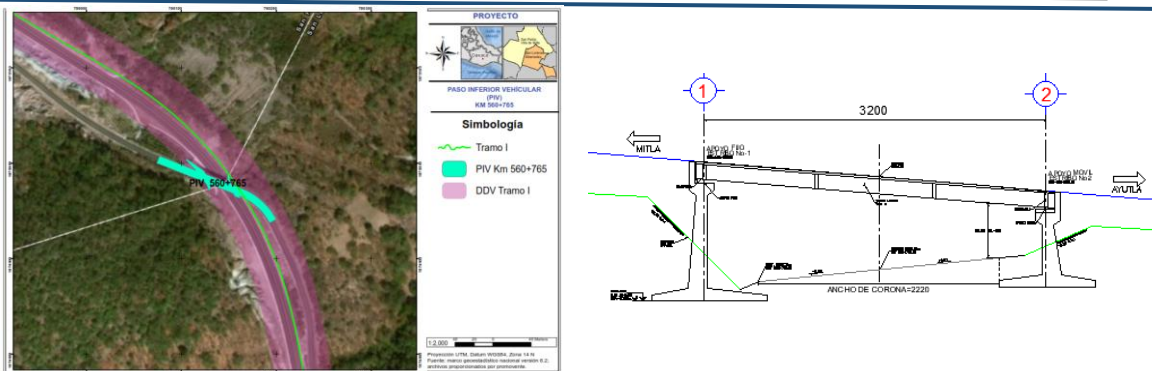


Figura II. 10. Proyecto en planta y perfil longitudinal del PIV 560+765.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PIV 560+765.

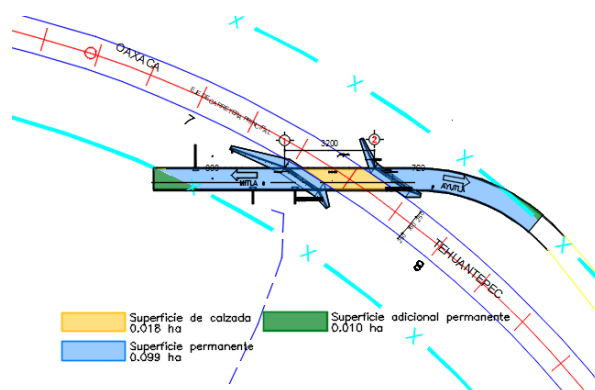


Figura II. 11. Proyecto del PIV 560+765.

Tabla II. 17. Superficies del PIV 560+765.

PIV 560+765	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
<b>Superficie de ocupación</b>	0.018 <span style="color: yellow;">■</span>	0.099 <span style="color: blue;">■</span>	<b>0.010</b> <span style="color: green;">■</span>	<b>0.127</b>

En este tramo de la autopista, se cuenta con una superficie autorizada permanente de 0.018 ha que pertenecen al ancho de calzada, al construir el Paso Inferior Vehicular, 0.099 ha del derecho de vía pasan a formar parte de la superficie permanente, pero debido a la topografía y las necesidades constructivas, se tiene una superficie adicional de 0.010 ha, cabe aclarar que esta superficie adicional ya formaba parte del camino secundario existente en este punto. Por lo anterior, se tiene una superficie total del PIV de 0.127 ha.

Es necesario mencionar que la construcción del paso obedeció a solicitudes sociales, ya que esta estructura permite la conexión de los municipios de San Pablo Villa de Mitla y San Lorenzo Albarradas por medio del camino secundario existente

**Paso Inferior Vehicular ubicado en el km 561+040**

El PIV con cadenamamiento de proyecto km 561+040 se encuentra conformado por un claro libre de 28.60 m, de una sola vía. La infraestructura está elaborada a base de estribos de concreto ciclópeo, con aleros de contención de concreto ciclópeo y cabezales de concreto reforzado de 1.99 m de alto por 1.46 m. La superestructura consta de pre losas de concreto de reforzado de f'c 250 kg/cm<sup>2</sup>, apoyadas en traveses tipo AASHTO de 350 kg/cm<sup>2</sup> cuyo peralte efectivo es de 1.15 m. La estructura cuenta con un ancho total de 4.50 m y un ancho de calzada de 3.70 m, como se muestra en la siguiente figura:



Figura II. 12. Proyecto en planta y perfil longitudinal del PIV 561+040

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PIV 561+040.

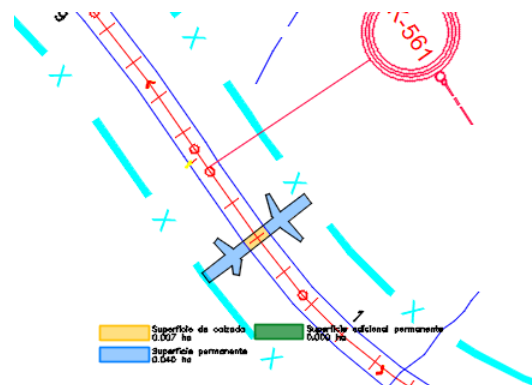





Figura II. 13. Proyecto del PIV 561+040.



Tabla II. 18. Superficies del PIV 561+040.

PIV 561+040	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.007 	0.040 	0.000 	0.047

En este tramo de la autopista, se cuenta con una superficie autorizada perteneciente al ancho de calzada de 0.007 ha, pero al adicionar el PIV 561+040, 0.040 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie permanente de la estructura, por lo tanto, la superficie de ocupación total del PIV es de 0.047 ha. Tal como se muestra en la figura anterior, dicha estructura no requiere superficie adicional, puesto que se construyó dentro del derecho de vía autorizado.

La construcción de esta estructura obedeció a solicitudes sociales, permitiendo así la comunicación de la comunidad de San Lorenzo Albarradas.

#### Paso Inferior Vehicular ubicado en el km 563+520

El PIV con km de proyecto 563+520, es una estructura conformada por un claro libre de 23.00 m. La infraestructura está hecha a base de estribos y aleros de concreto ciclópeo de forma trapezoidal, teniendo como base 3.70 m, corona de 1.46 m y una pendiente de talud 1:4. La subestructura está compuesta de cabezales de concreto reforzado de 4.50 m de largo por 1.46 m de ancho con una resistencia de  $f'c$  250  $kg/cm^2$ . La superestructura o tablero está conformado por losas de concreto prefabricadas y una losa de concreto reforzado con un peralte de 0.20 m, dicha unión de losas estará apoyada sobre vigas de tipo AASHTO, con un peralte efectivo de 1.15 m, además de contar con parapetos de acero para calzada de tipo No. T-34.4.1. Dicha estructura cuenta con un ancho total de 4.50 m y un ancho de calzada de 3.70 m, como se muestra en la siguiente figura.

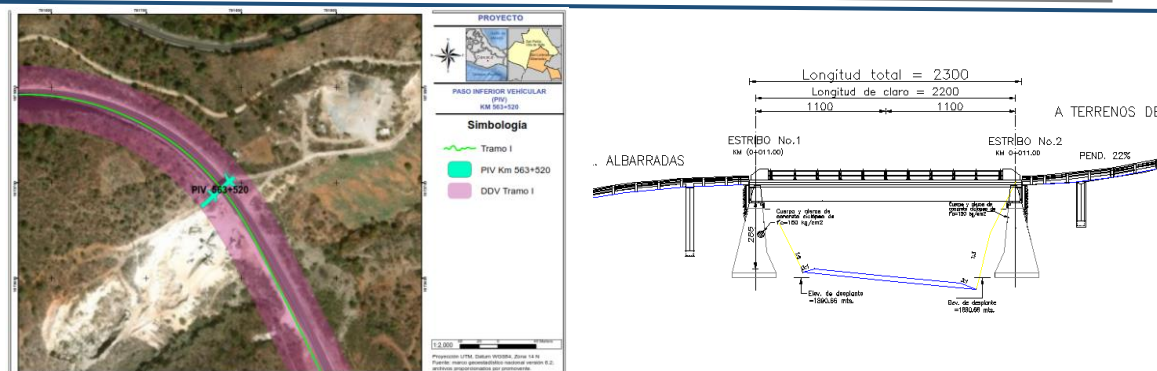


Figura II. 14. Proyecto en planta y perfil longitudinal del PIV 563+520.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PIV 563+520

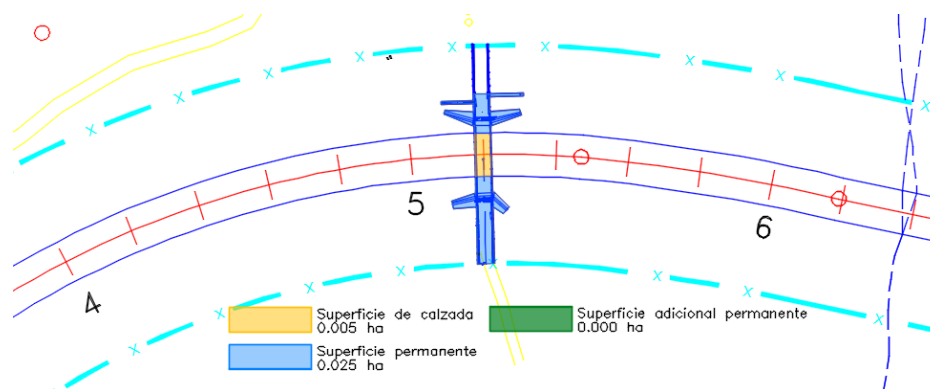


Figura II. 15. Proyecto del PIV 563+520.

Tabla II. 19. Superficies del PIV 563+520.

PIV 563+520	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.005 <span style="color: yellow;">■</span>	0.025 <span style="color: blue;">■</span>	0.000 <span style="color: green;">■</span>	0.030

En el cadenamamiento de proyecto 563+520, se tiene una superficie autorizada permanente de 0.005 ha correspondientes al ancho de calzada de la autopista, al adicionar el PIV, 0.025 ha del derecho de vía pasan a formar parte de la superficie de afectación permanente de ocupación de la estructura, por lo que la superficie total del PIV es de 0.030 ha. La estructura se construyó dentro del derecho de vía autorizado.

Debido a la existencia de un camino secundario que va hacia caminos de cultivo de San Lorenzo Albarradas, su construcción fue necesaria para seguir dando paso a los pobladores de este municipio y alrededores a éste.

### Paso Inferior Peatonal con Rampa ubicado en el km 564+820

El PIPR 564+820 está conformado por un claro principal de 24.00 m, y dos rampas de acceso con una longitud de desarrollo de 25.00 m y pendiente en las rampas del +12 %. El claro principal, así como las rampas del PIP están solventados por trabes prefabricadas tipo cajón 250/115, con concreto de  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ . El PIPR cuenta con una subestructura formada por seis caballetes, dos centrales y/o principales, dos caballetes secundarios y/o para apoyo de Rampas, y finalmente dos caballetes cargaderos para desembarque de las rampas. Los caballetes son de concreto reforzado, apoyados en columnas de concreto reforzado de 1.00 m de diámetro desplantadas sobre una cimentación superficial (zapatas) de dimensiones 3.00 m x 3.00 m.

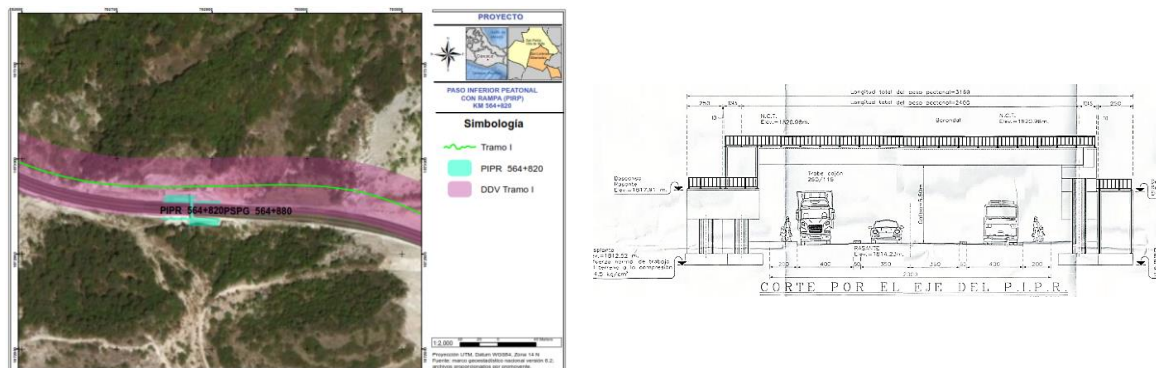


Figura II. 16. Proyecto en planta y corte transversal del PIPR 564+820

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PIPR 564+820.

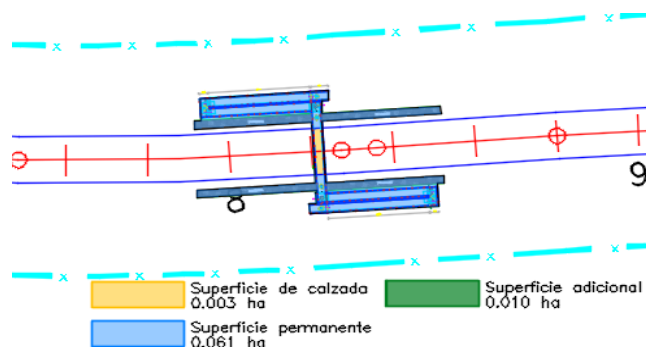





Figura II. 17. Proyecto del PIPR 564+820.

Tabla II. 20. Superficies del PIPR 564+820.

PIPR 564+820	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.003 	0.061 	0.000 	0.064

En este tramo carretero se tiene autorizada una superficie de 0.003 ha que corresponden al ancho de calzada, que al construirse el PIPR, se modificaron 0.061 ha dentro del derecho de vía autorizado, siendo así que la superficie total del PIPR es de 0.064 ha. Tal como se muestra en la figura anterior, la estructura se construyó dentro del derecho de vía, por lo que no se requirió una superficie adicional.

Esta obra fue construida para solventar la necesidad que tienen los pobladores cercanos a este punto, de un paso seguro de cruce, para poder tomar las rutas de servicio público, hacia diferentes puntos del Estado de Oaxaca, así mismo, se garantizó que en ningún momento se vea interrumpido el tránsito en la autopista Mitla-Tehuantepec en este punto.

### **Paso Inferior Peatonal y Ganadero ubicado en el km 568+420**

El Paso Inferior Peatonal y Ganadero está conformado por un claro de 30.00 m, de una sola vía. La infraestructura está elaborada a base de pilas de concreto reforzado de 1.00 m de Ø unidas en su parte superior con caballetes de concreto reforzado de 2.50 m de alto por 4.00 m de ancho y una base de 1.28 m y aleros de forma trapecial de 3.40 m de largo por 2.25 m de ancho y 4.00 m de longitud. La subestructura de losa continúa elaborada de concreto reforzado de 18.00 cm de peralte, la cual se encuentra apoyada sobre dos traveses de concreto tipo AASHTO T-IV con un claro de 30.00 m, apoyadas de manera simple en los caballetes. Para una capacidad de carga viva de H-S15. La estructura cuenta con un ancho total de 4.00 m y ancho de calzada de 3.20 m. En las siguientes figuras se muestran las características de dicha obra.

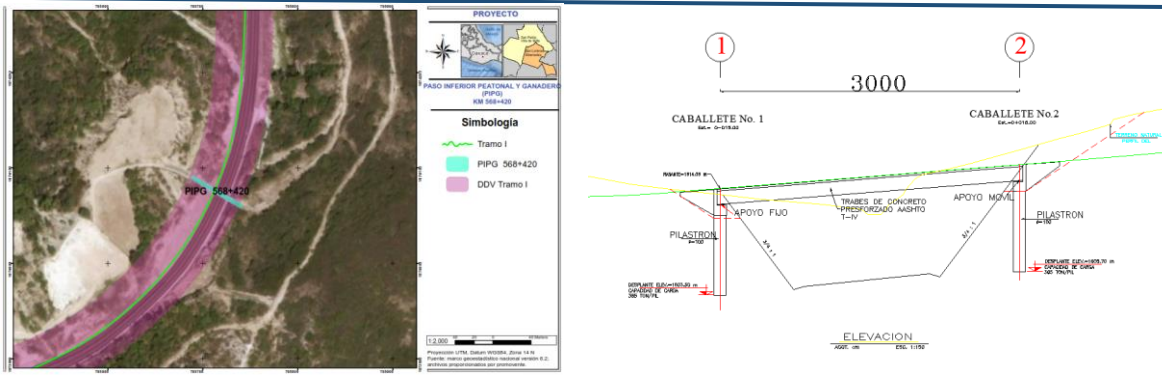


Figura II. 18. Proyecto en planta y corte longitudinal del PIPG 568+420.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PIPG 568+420.

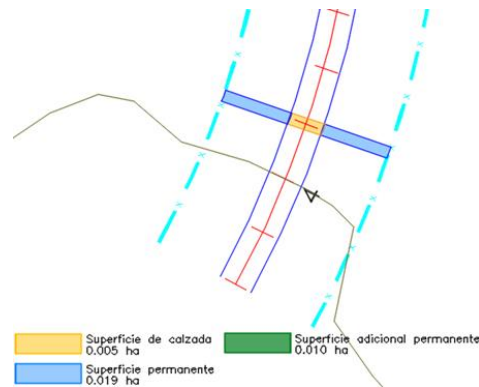


Figura II. 19. Proyecto del PIPG 568+420.

Tabla II. 21. Superficies del PIPG 568+420.

PIPG 568+420	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.005 <span style="color: yellow;">■</span>	0.019 <span style="color: blue;">■</span>	0.000 <span style="color: green;">■</span>	0.024

En este tramo de la autopista, se tiene una superficie autorizada permanente de 0.005 ha correspondientes al ancho de calzada, mientras que 0.019 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie de ocupación del PIPG, siendo así que se tiene una superficie de ocupación total del PIPG de 0.024 ha, esta superficie se encuentra dentro del derecho de vía autorizado, por lo que no se requirió una superficie adicional.

Debido a la existencia de un camino secundario y a peticiones sociales, la construcción de este PIPG fue necesario para seguir dando paso a los pobladores y ganados aledaños a esta estructura.



### Paso Inferior Vehicular San Bartolo I ubicado en el km 569+550

La estructura cuenta con una longitud total de 46.0 m y está subdividida en tres tramos, un tablero central de 22.0 m y tableros extremos de 12.0 m. La infraestructura está formada a base de pilas de concreto reforzado de 1.20 m de  $\varnothing$ , con una capacidad de carga de 135.6 t/pilastra. La subestructura está formada por caballetes de concreto reforzado de 1.20 m de altura por 7.30 de largo y una base de 1.40 m. La superestructura está formada por tres tramos de losa de concreto reforzado de 0.20 m de peralte y una carpeta asfáltica de 0.04 m con una pendiente transversal del 2 %. Los tramos de losa estarán soportados por vigas de AASHTO III DE 1.15 m de peralte efectivo. El ancho total de la estructura es de 8.0 m y un ancho de calzada de 6.98 m, de dos vías; como se muestra en las siguientes figuras.



Figura II. 20. Proyecto en planta del PIV 569+550 San Bartolo I.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PIV 569+550 San Bartolo I.

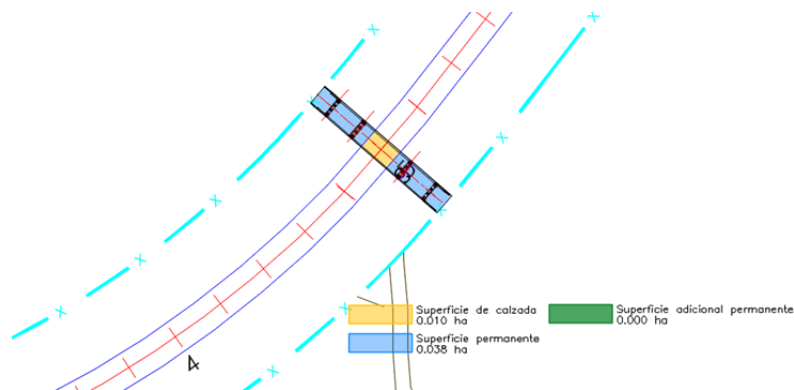


Figura II. 21. Proyecto del PIV 569+550 San Bartolo I.

Tabla II. 22. Superficies del PIV 569+550 San Bartolo I.

PIV San Bartolo I 569+550	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.010	0.038	0.000	0.048

La superficie autorizada permanente en este tramo de la carretera es de 0.010 ha correspondientes al ancho de la calzada, mientras que 0.038 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la ocupación del PIV, por lo tanto, la superficie total de la estructura es de 0.048 ha, mismos que se encuentran dentro del derecho de vía autorizado. Dicho lo anterior, no se requirió una superficie adicional.

Su construcción tuvo como fundamento, la existencia de una vía secundaria de comunicación en el cadenamiento de proyecto 569+550, por lo que a solicitud de la comunidad se realizó el PIV, esto con la finalidad de dar paso a la carretera que comunica a San Juan del Río misma que permite la comunicación de los pobladores del municipio de San Lorenzo Albarradas y a los municipios aledaños.

### **Paso Inferior Vehicular San Bartolo II ubicado en el km 569+900**

La estructura cuenta con dos carriles; con una longitud total de 46.00 m y está subdividida en tres tramos, un tablero central de 22.00 m y tableros extremos de 12.00 m. La infraestructura está formada a base de pilas de concreto reforzado de 1.20 m de Ø, con una capacidad de carga de 135.6 t/pilastra. La subestructura está formada por caballetes de concreto reforzado de 1.20 m de altura por 7.30 m de largo y una base de 1.40 m. La superestructura está formada por tres tramos de losa de concreto reforzado de 0.20 m de peralte y una carpeta asfáltica de 0.04 m con una pendiente transversal del 2 % que estarán soportados por vigas de AASHTO III DE 1.15 m de peralte efectivo. El ancho total de la estructura es de 8.00 m y un ancho de calzada de 6.98 m.

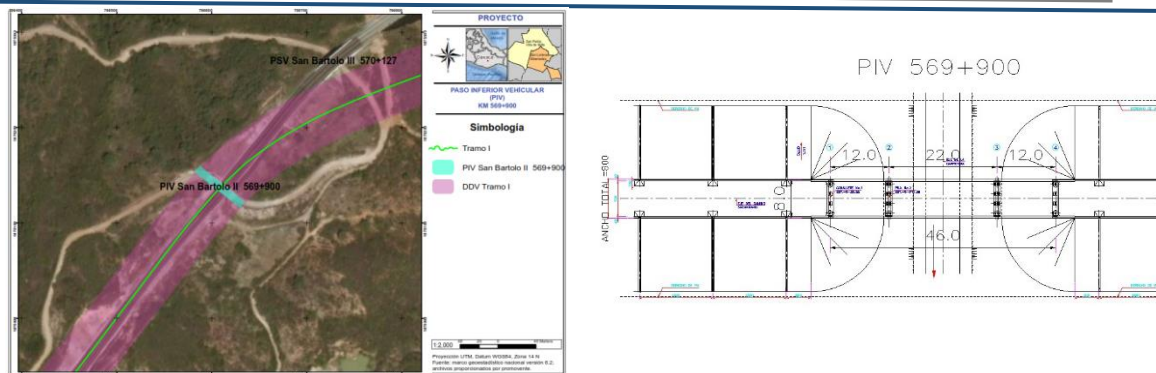


Figura II. 22. Proyecto en planta del PIV 569+900 San Bartolo II.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PIV 569+900 San Bartolo II.

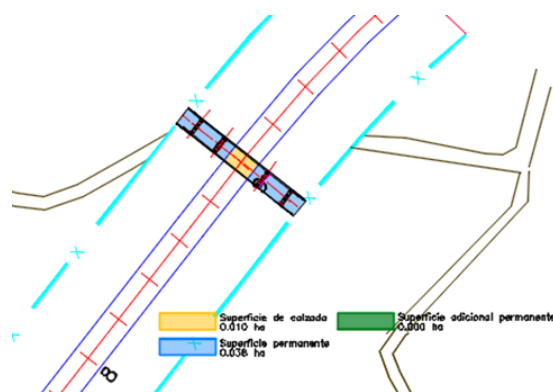


Figura II. 23. Proyecto del PIV 569+900 San Bartolo II.

Tabla II. 23. Superficies del PIV 569+900 San Bartolo II.

PIV San Bartolo II 569+900	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.010 <span style="color: yellow;">■</span>	0.038 <span style="color: blue;">■</span>	0.000 <span style="color: green;">■</span>	0.048

La superficie autorizada permanente en este tramo de la carretera es de 0.010 ha correspondientes al ancho de calzada y 0.038 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la estructura del PIV, sumando así una superficie total del PIV de 0.048 ha. La estructura en mención está construida dentro del derecho de vía, por lo que no requirió una superficie adicional a la autorizada.

### Paso Inferior Vehicular ubicado en el km 572+944 (parte del E.C. Albarradas)

El PIV km de proyecto 572+944 es una estructura conformada de un solo claro de 41.82 m de longitud, subdividido en tres tramos, dos soportes de cabezal con columnas y un caballete, el tablero del puente está formado por vigas de carga tipo AASHTO IV, la subestructura está elaborada a base de columnas de concreto reforzado de 1.20 m  $\phi$  y un cabezal con longitud de 16.34 m, cuenta con elementos de seguridad como placas de neopreno y diafragmas. Además de contar con losas de acceso de 6.00 m en ambos sentidos de la estructura, la superestructura está compuesta por losas de concreto reforzado, con un peralte efectivo de 0.30 m con doble refuerzo en los elementos a flexión. El ancho del PIV es de 13.06 m y tiene un ancho de calzada de 12.00 m, como elementos de seguridad se tienen guarniciones de concreto y parapetos metálicos.

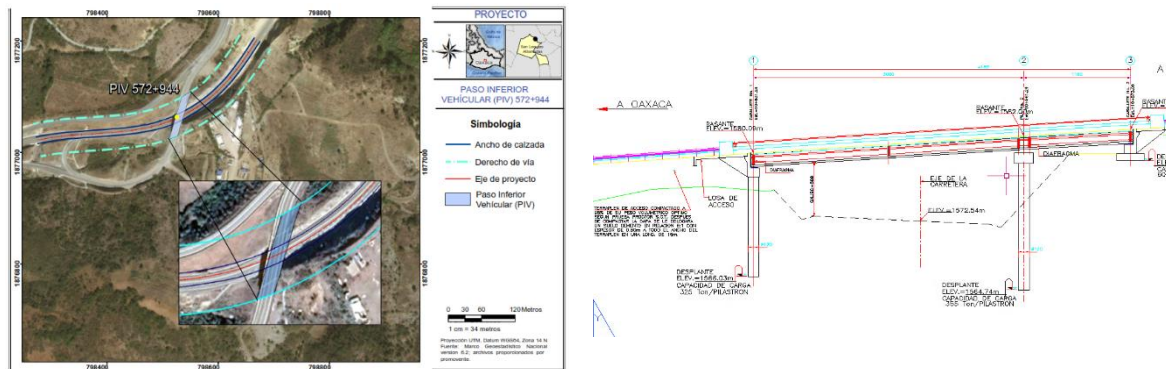


Figura II. 24. Proyecto en planta y corte longitudinal del PIV 572+944.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PIV 572+944

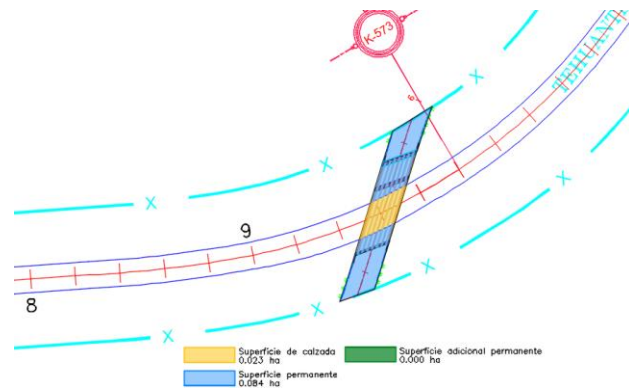


Figura II. 25. Proyecto del PIV 572+944.

Tabla II. 24. Superficies del PIV 572+944.

PIV 572+944	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.023	0.084	0.000	0.107

La superficie autorizada permanente en este tramo de la carretera es de 0.023 ha correspondientes al ancho de calzada y 0.084 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie permanente del PIV, sumando así una superficie de 0.107 ha. Dicho lo anterior, la estructura se construyó dentro del derecho de vía autorizado.

La construcción de esta estructura era fundamental, ya que forma parte del entronque Santa María Albarradas que comunica a dicha localidad, perteneciente al municipio San Pablo Villa de Mitla con la autopista Mitla-Tehuantepec. Es importante aclarar que el entronque cuenta con autorización mediante el oficio resolutorio No. SGPA/DGIRA/DG.10772.

### Paso Inferior Vehicular ubicado en el km 173+805 (parte del E.C. Lachiguri)

La estructura tiene una longitud total de 50.00 m, está formada por tres tramos de losa de concreto reforzado sobre traveses prefabricados de concreto pretensado de 10.00 m y 28.00 m de claro tipo AASTHO, con ancho total de 8.00 metros para carga móvil y ancho de calzada de 7.00 m, dicha estructura está conformada por dos vías. Los soportes de dicho elemento están compuestos por caballetes de concreto reforzado y pilas de concreto de 1.20 m de diámetro

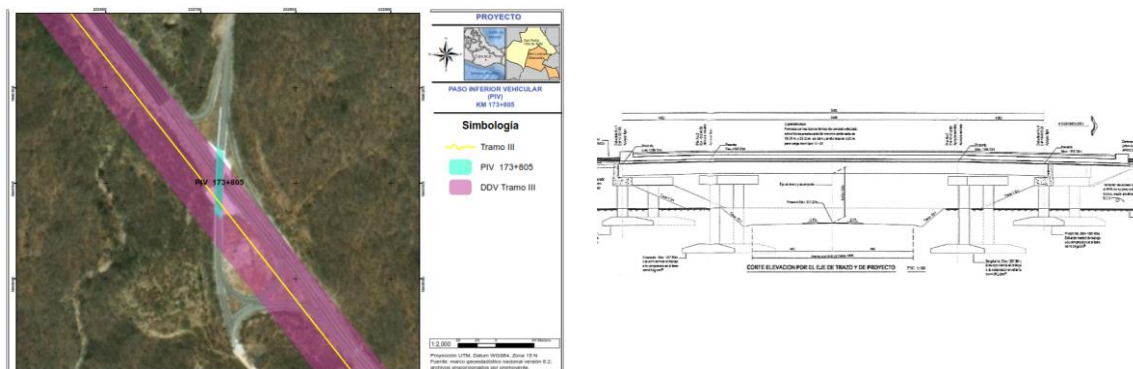


Figura II. 26. Proyecto en planta y corte longitudinal del PIV 173+805.



A continuación, se presenta el desglose de superficies del PIV 173+805.

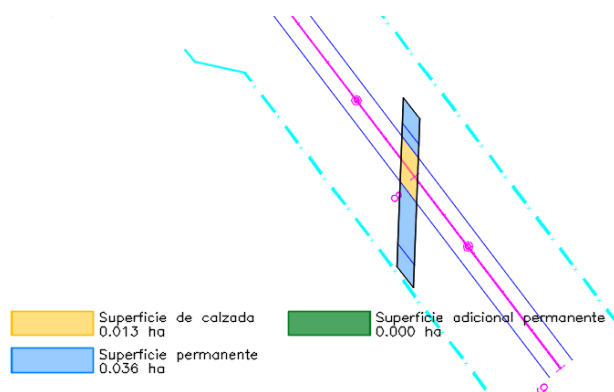





Figura II. 27. Proyecto del PIV 173+805.

Tabla II. 25. Superficies del PIV 173+805.

PIV 173+805	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
<b>Superficie de ocupación</b>	0.013 	0.036 	0.000 	<b>0.049</b>

En este tramo de la autopista, se tiene autorizada una superficie permanente de 0.013 ha que corresponden al ancho de calzada y 0.036 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie permanente del PIV, sumando así una superficie total de ocupación de 0.049 ha y puesto que la obra se construyó dentro del derecho de vía, no se requirió una superficie adicional. La construcción de esta obra obedeció a cuestiones de comunicación entre las comunidades.

### Paso Inferior Peatonal y Ganadero ubicado en el km 200+400

El PIPG es una estructura de interconexión con un claro de 30.70 m, apoyado de manera simple en dos caballetes de concreto reforzado, la superestructura está formada por vigas AASHTO pretensadas de 1.35 m de peralte, con un ancho total de 6.00 m y un ancho de carpeta de 5.00 m. También cuenta con elementos de seguridad como: guarnición de concreto reforzado y parapetos metálicos, la estructura tiene un galibo mínimo de 6.09 m.

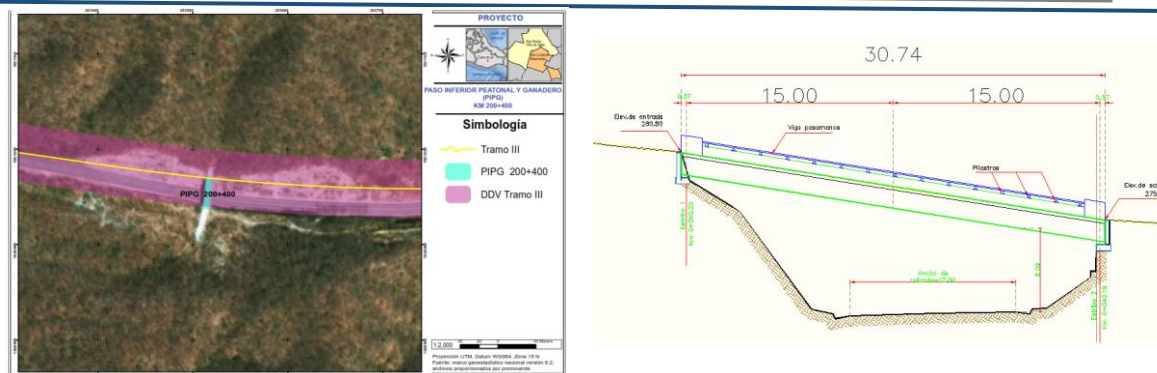


Figura II. 28. Proyecto en planta y corte longitudinal del PIPG 200+400

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PIPG 200+400.

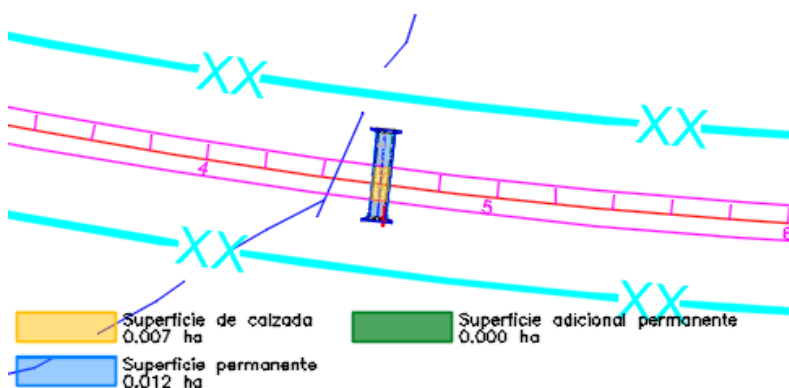


Figura II. 29. Proyecto del PIPG 200+400.

Tabla II. 26. Superficies del PIPG 200+400.

PIPG 200+400	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.007 <span style="color: yellow;">■</span>	0.012 <span style="color: blue;">■</span>	0.000 <span style="color: green;">■</span>	0.019

En este tramo de la autopista se tiene autorizada una superficie permanente de 0.007 ha correspondientes al ancho de calzada y, 0.012 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie permanente del PIPG, sumando así una superficie total de 0.019 ha. Puesto que la estructura se cimentó dentro del derecho de vía, no fue necesaria una superficie adicional con fines constructivos.

Cabe destacar que, la construcción del PIPG fue resultado de una petición social, toda vez que, en dicho tramo, a un costado de la Autopista, existe un camino secundario que va hacia caminos de cultivo en dirección al municipio de Santa

María Mixtequilla y era necesario seguir permitiendo la comunicación entre las diferentes localidades de este municipio.

### 3. Pasos superiores

#### Paso Superior Vehicular ubicado en el km 561+540

La superestructura PSV 561+540 sirve de conexión entre la autopista Mitla-Tehuantepec y cuenta con un claro de 5.60 m, que está ubicada de forma perpendicular al eje principal, con una longitud de 27.39 m, un ancho de 5.03 m y una altura de galibo de 3.50 m. Los estribos de dicha estructura están formados de concreto ciclópeo y las capas laterales de tierra se compactaron de acuerdo a la prueba Proctor estándar 90 %.

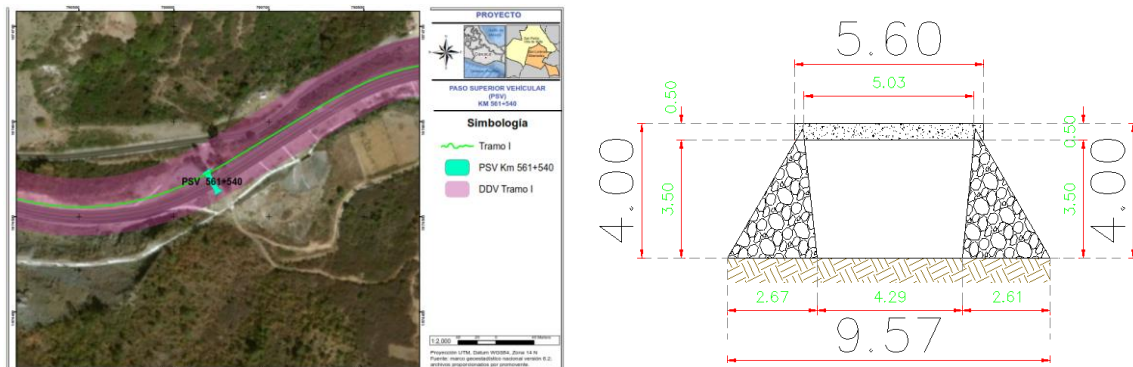


Figura II. 30. Proyecto en planta y corte transversal del PSV 561+540.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PSV 561+540.

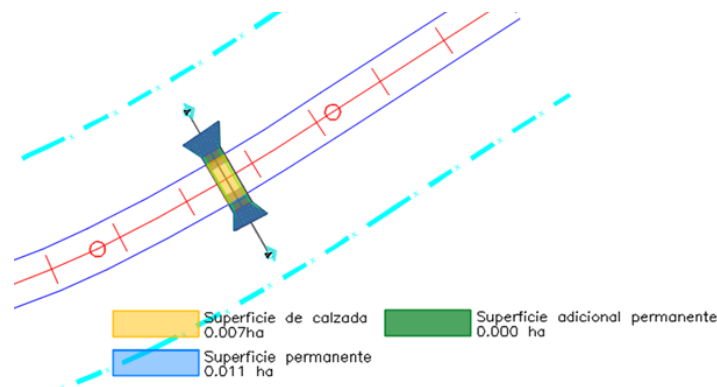


Figura II. 31. Proyecto del PSV 561+540.

Tabla II. 27. Superficies del PSV 561+540.

PSV 561+540	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.007 <span style="color: yellow;">■</span>	0.011 <span style="color: blue;">■</span>	0.000 <span style="color: green;">■</span>	0.018

En este tramo se tiene una superficie autorizada permanente de 0.007 ha correspondientes al ancho de calzada y al construir el Paso Superior Vehicular, 0.011 ha del derecho de vía pasan a formar parte de la afectación permanente del paso. La estructura se construyó dentro del derecho de vía autorizado, por lo que no se requiere una superficie adicional a la autorizada.

La construcción de esta estructura fue necesaria para darle acceso vehicular a los pobladores cercanos a esta estructura que conecta con la carretera secundaria de San Pablo Villa de Mitla- Santa Cruz.

### Paso Superior Peatonal y Ganadero ubicado en el km 564+000

El PSPG es un elemento estructural de 4.85 m de claro, elaborado a base de concreto ciclópeo, con aleros longitudinales de 31.40 m de largo. La superestructura presenta un tablero de concreto reforzado, con una carpeta asfáltica de 0.04 m con una pendiente de bombeo de 2 %. La parte central de dicho elemento forma parte del ancho de vía de la carretera Mitla-Tehuantepec, con un ancho de corona de 11.14 m, además de contar con elementos de seguridad. La altura del galibo es de 3.45 m.

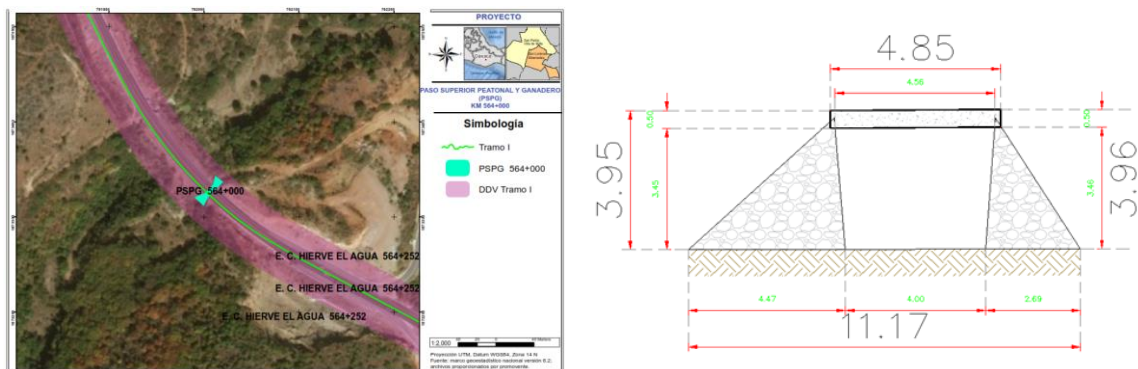


Figura II. 32. Proyecto en planta y corte transversal del PSPG 564+000.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PSPG 564+000.

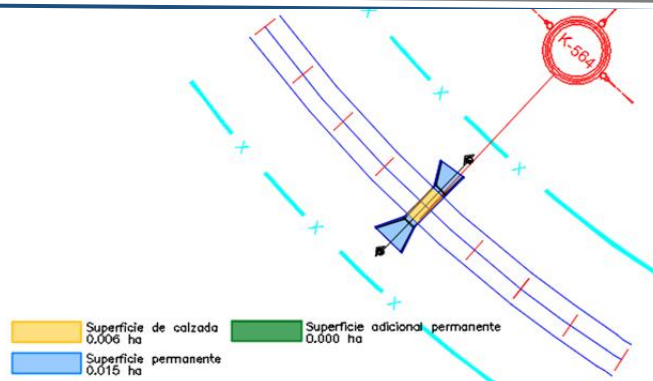


Figura II. 33. Proyecto del PSPG 564+000.

Tabla II. 28. Superficies del PSPG 564+000.

PSPG 564+000	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.006	0.015	0.000	0.021

En este tramo se tiene una superficie autorizada de ancho de calzada de 0.006 ha, mientras que 0.015 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie de ocupación permanente del PSPG. Tal como se muestra en la figura anterior, la estructura se construyó dentro del derecho de vía autorizado, por lo que no se requirió una superficie adicional a la autorizada.

La construcción de esta estructura fue necesaria para darle acceso a los pobladores cercanos a esta obra, con el camino que va hacia las zonas de cultivo.

**Paso Superior Vehicular ubicado en el km 564+256 (parte del E.C. Hierve el Agua)**

El PSV 564+256 es un elemento estructural, apoyado en estribos de concreto reforzado de forma trapecial con una base de 1.20 m y un largo de 13.06 m, la unión entre estos elementos estará dada por una losa de concreto reforzado en ambos sentidos con un peralte efectivo de 0.20 m y refuerzos axiales. La interacción entre suelo y estructura se da por medio de zapatas de concreto, con un ancho de 13.06 m. La superestructura cuenta con una carpeta asfáltica de 0.04 m y una pendiente de bombeo del 2 % con parapetos metálicos tipo ASHTON. El ancho de vía para dicho elemento es de 12.00 m, con dos carriles de 3.50 m y dos acotamientos de 2.50 m.



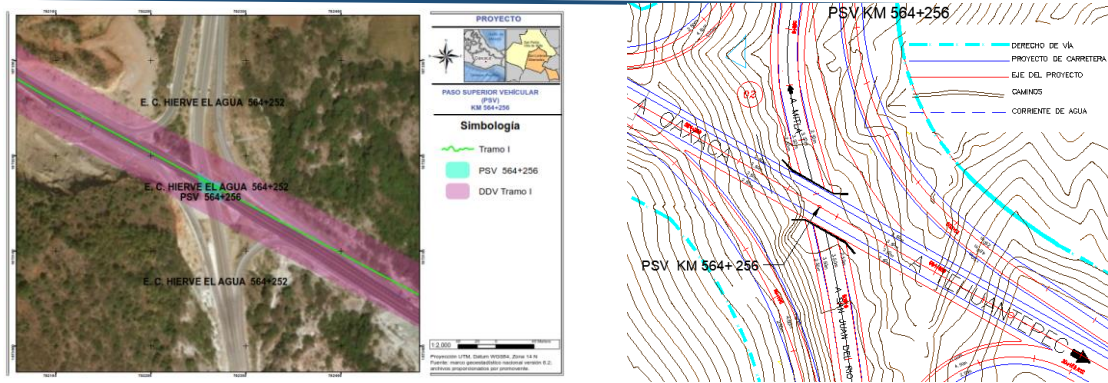


Figura II. 34. Proyecto en planta del PSV 564+256.

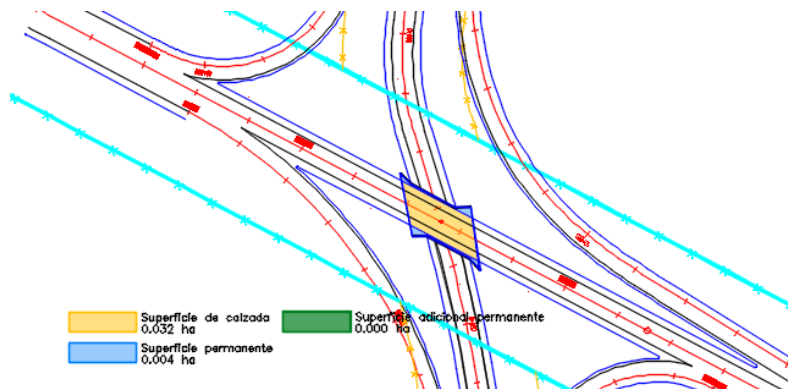


Figura II. 35. Proyecto del PSV 564+256.

Tabla II. 29. Superficies del PSV 564+256.

PSV 564+256	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.032 <span style="color: yellow;">■</span>	0.004 <span style="color: blue;">■</span>	0.000 <span style="color: green;">■</span>	0.036

En este tramo se tiene una superficie autorizada de 0.032 ha correspondientes al ancho de calzada y 0.004 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de las obras permanentes del PSV, siendo así que para esta obra no se requirió de una superficie adicional a la autorizada, ya que la estructura se construyó sobre el mismo eje del proyecto de la autopista Mitla-Tehuantepec.

La estructura forma parte del E.C. Herve el Agua y su construcción fue necesaria para el funcionamiento correcto del entronque. Antes de la construcción de la autopista Mitla-Tehuantepec, ya existía la vía secundaria Crucero Santa Ana del Rio, por lo que al adicionar el PSV, permite que el camino secundario pase por debajo de la vía principal Mitla-Tehuantepec, siendo así que este camino pueda



seguir comunicando a los municipios de San Lorenzo Albarradas y San Pablo Villa de Mitla.

### Paso Superior Peatonal y Ganadero ubicado en el km 564+880

El Paso Superior Peatonal y Ganadero es una estructura elaborada de concreto ciclópeo, que sirve para el cruce peatonal y ganadero, ubicada en el kilómetro de proyecto 564+880, tiene una longitud de 14.22 m y un ancho de 3.12 m, además de presentar una altura de galibo de 3.50 m. La unión de este elemento se da por medio de una losa de concreto reforzado de 0.50 m, una carpeta asfáltica de 0.04 m de espesor y una pendiente de bombeo de 2 %.

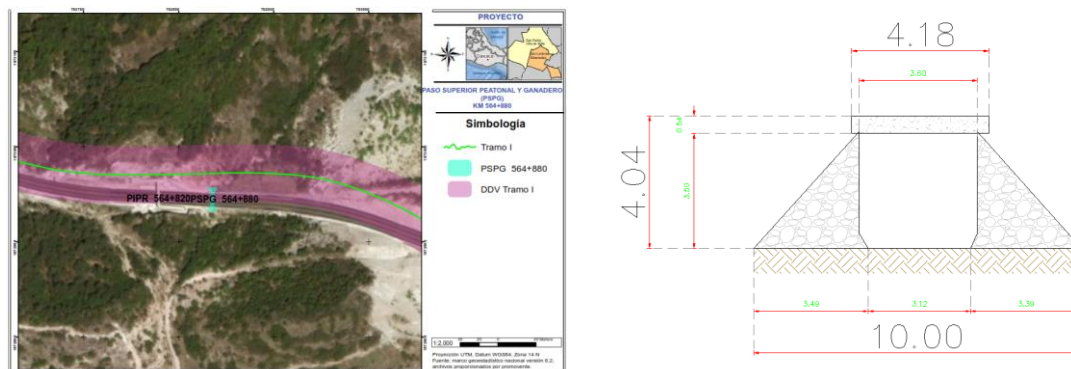


Figura II. 36. Proyecto en planta y corte transversal del PSPG 564+880.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PSPG 564+880.

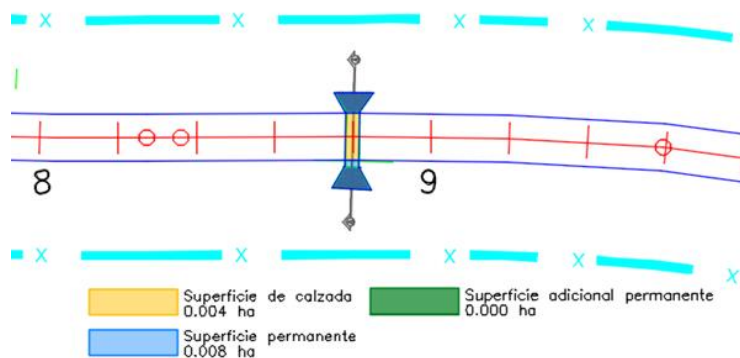





Figura II. 37. Proyecto del PSPG 564+880.

Tabla II. 30. Superficies del PSPG 564+880.

PSPG 564+880	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.004 	0.008 	0.000 	0.012

En este tramo de la autopista, se tiene una superficie autorizada de 0.004 ha que corresponden a la superficie permanente ocupada por el ancho de calzada, al construirse el PSPG, 0.008 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie del paso. Por lo tanto, la superficie total de la estructura es de 0.012 ha y se encuentra dentro del derecho de vía autorizado. Debido a la existencia de un camino secundario que permite el paso peatonal y ganadero, fue necesaria la construcción del PSPG.

### Paso Superior Vehicular ubicado en el km 567+200

La estructura se trata de un Paso Superior Vehicular (PSV) con km de proyecto 567+200, dicha estructura permite el libre tránsito de vehículos en su parte inferior. Cuenta con un claro de 6.60 m que está elaborado a base de una losa de concreto reforzado de 0.50 m y como parte de la subestructura, está compuesta por muros de concretos reforzado con una longitud de 17.00 m, el ancho de vía para dicho elemento es de 6.00 m, tal como se muestra en las siguientes figuras.

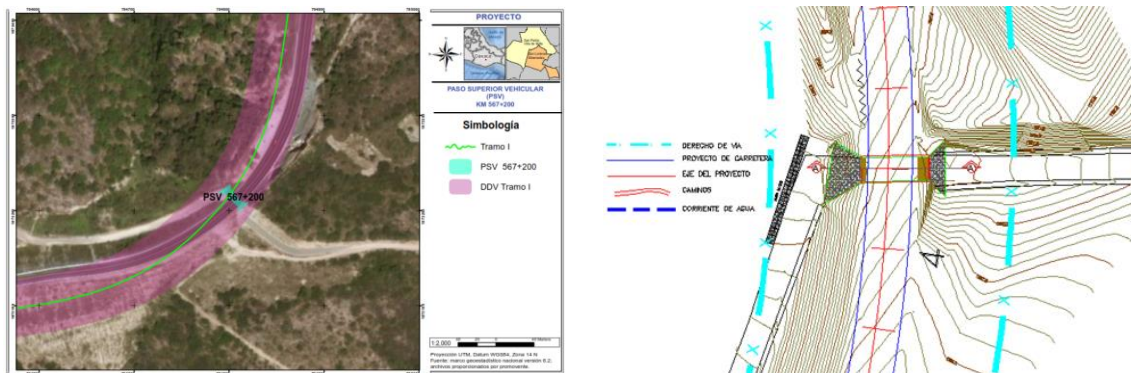


Figura II. 38. Proyecto en planta del PSV 567+200.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PSV 567+200.

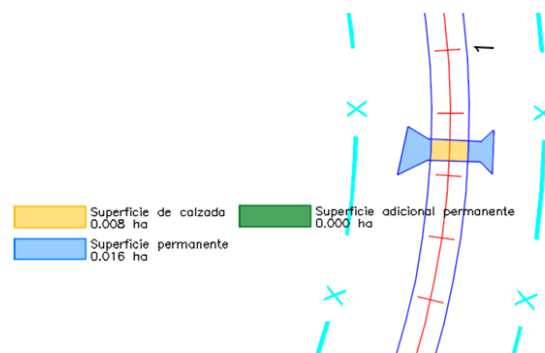


Figura II. 39. Proyecto del PSV 567+200.

Tabla II. 31. Superficies del PSV 567+200.

PSV 567+200	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.008	0.016	0.000	0.024

La superficie autorizada permanente en este tramo de la carretera es de 0.008 ha correspondientes al ancho de calzada y 0.016 ha del derecho de vía pasaron a ser parte de la superficie del Paso Superior Vehicular, sumando así una superficie total del PSV de 0.024 ha. La construcción de esta estructura no requirió de una superficie adicional a la autorizada.

La construcción de este PSV fue necesaria, para continuar permitiendo la comunicación entre las localidades de San Lorenzo Albarradas y San Juan del Río, dado que originalmente los conecta un camino secundario.

### **Paso Superior Vehicular San Bartolo III ubicado en el km 570+127**

La estructura está formada por un claro de 30.00 m. La infraestructura está conformada por pilas de concreto reforzado y zapatas, desplantadas en el subsuelo cuya capacidad de carga admisible es de 65 t/m<sup>2</sup>, la subestructura está compuesta por caballetes de concreto reforzado de 13.50 m de longitud por 2.90 de altura y una base de 1.28 m, con aleros trapeziales de 3.70 m de ancho por 2.93 m de altura. Muros de contención para la estabilidad de los taludes internos cuya pendiente está en función 1.5:1. La superestructura está conformada por una losa de concreto de 0.18 m de peralte más una carpeta asfáltica de 0.04 m, con una pendiente transversal de 3.51 % en ambos sentidos del eje transversal, un sistema de guarnición a base de concreto reforzado de 0.53 m de ancho y parapetos metálicos en su corona, todo este sistema se encontrara apoyado de manera simple sobre vigas de tipo AASHTO con un peralte efectivo de 1.35 m. El ancho total del proyecto se contempla de 13.06 m y un ancho de calzada de 12.00 m, como se muestra en la siguiente imagen:

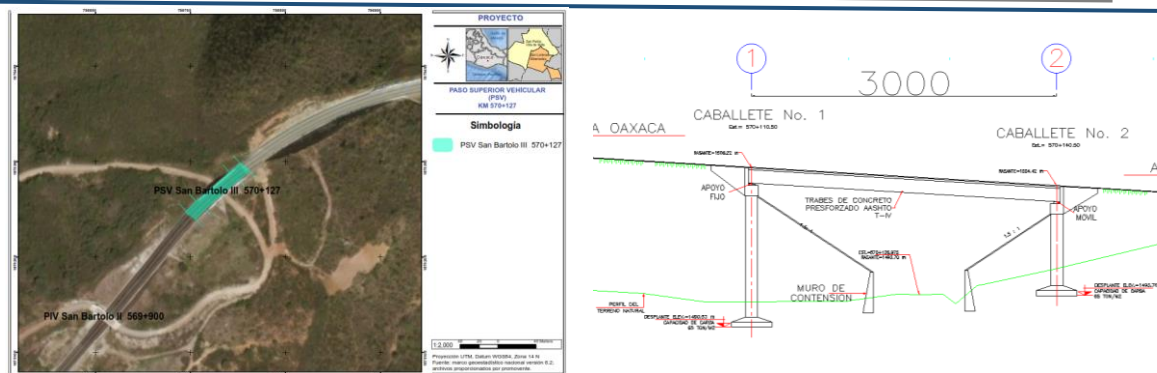


Figura II. 40. Proyecto en planta y corte longitudinal del PSV 570+127 San Bartolo III.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PSV 570+127 San Bartolo III.

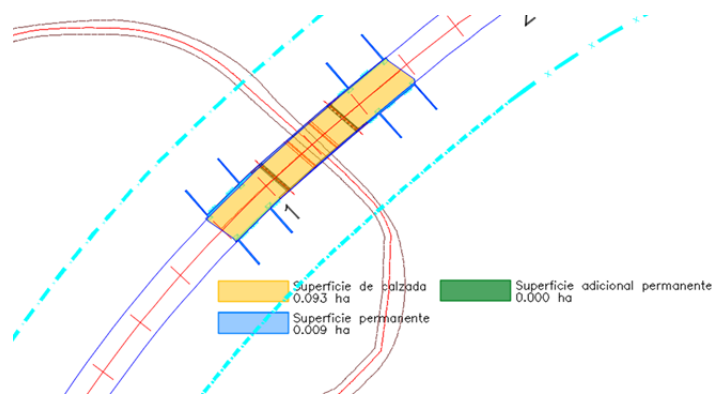


Figura II. 41. Proyecto del PSV 570+127.

Tabla II. 32. Superficies del PSV 570+127 San Bartolo III.

PSV San Bartolo III 570+127	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
<b>Superficie de ocupación</b>	0.093 <span style="color: yellow;">■</span>	0.009 <span style="color: blue;">■</span>	<b>0.000</b> <span style="color: green;">■</span>	<b>0.102</b>

En este tramo de la carretera se tiene una superficie autorizada permanente de 0.093 ha y 0.009 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la estructura del PSV, formando así una superficie total de 0.102 ha, pero al tratarse de un Paso Superior Vehicular, obra que se construye sobre el mismo eje del proyecto de la autopista, no se requirió una superficie adicional, puesto que la estructura se construyó dentro del derecho de vía.

Es importante aclarar que la construcción de esta obra obedeció a los requerimientos técnicos y a las necesidades sociales para permitir el tránsito a

través del camino existente que va hacia San Juan del Río, y que conecta a la localidad de San Bartolo del Municipio de San Lorenzo Albarradas con otros municipios.

### Paso Superior Vehicular ubicado en el km 183+100

Es una estructura conformada por dos carriles, con un claro de 16.00 m. La infraestructura está elaborada a base de estribos cerrados unidos a zapatas de concreto reforzado, de forma trapecial, el alero que soporta el estribo 1, tiene una longitud de 41.64 m de base, el alero que soporta el estribo 2 tiene una longitud de 34.57 m.

Por su parte, la subestructura está conformada por un diafragma y una corona, la cual servirá de apoyo para las vigas, la base de la corona tiene 0.34 m y la altura del diafragma es de 1.94 m. La superestructura está conformada por una losa de concreto de 0.18 m y una carpeta asfáltica de 0.04 m de espesor, con una pendiente de  $\pm 2.0\%$  con respecto del eje de trazo, además de contar con una guarnición de concreto reforzado y parapetos metálicos, todo este sistema esta soportado por seis vigas tipo AASHTO, con un peralte efectivo de 1.15 m. El ancho total del proyecto es de 13.06 m y un ancho de carpeta de 12.00 m como se muestra en las siguientes figuras.

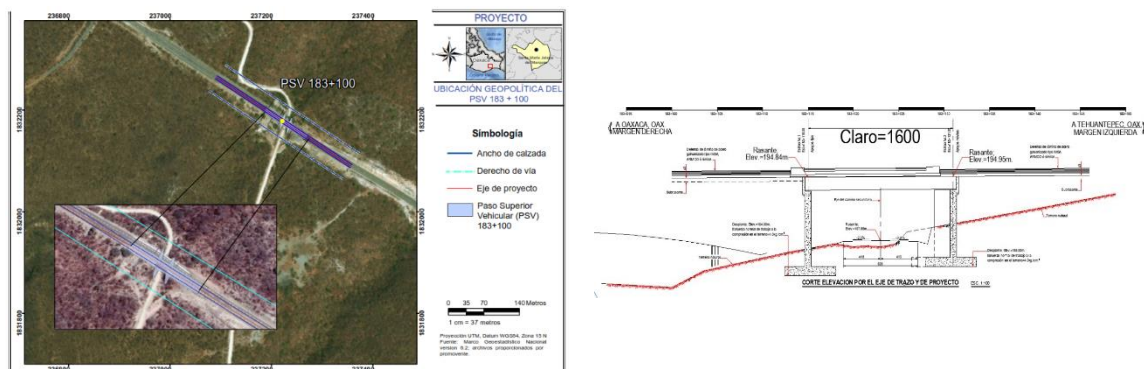


Figura II. 42. Proyecto en planta y corte longitudinal del PSV 183+100.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del PSV 183+100.

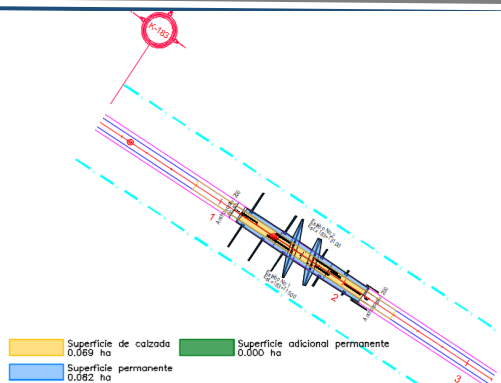


Figura II. 43. Proyecto del PSV 183+100.

Tabla II. 33. Superficies del PSV 183+100.

PSV 183+100	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.069 <span style="color: yellow;">■</span>	0.082 <span style="color: blue;">■</span>	0.000 <span style="color: green;">■</span>	0.151

De acuerdo al resolutivo de impacto ambiental Oficio No. SGPA/DGIRA.DEI.0553.03 esta estructura fue AUTORIZADA para su construcción como un PSV en el 184+368, sin embargo, derivado de requerimientos sociales, el PSV se reubicó en el cadenamiento de proyecto 183+100, ya que en este cadenamiento existe un camino secundario que cruza la autopista Mitla-Tehuantepec.

En este tramo de la autopista se tiene una superficie permanente de 0.069 ha que corresponden al ancho de calzada de la autopista, mientras que 0.082 ha que formaban parte del derecho de vía pasarán a formar parte de la superficie del PSV, la estructura se construyó sobre el mismo eje del proyecto de la autopista Mitla-Tehuantepec, por lo que no requiere de superficie adicional.

#### 4. Puentes

##### Puente Río Grande ubicado en el km 555+458

Cuenta con una longitud de 205.16 m y un ancho total de 13.06 m; se encuentra subdividida en 5 tramos (dos extremos con una longitud de 40.56 m y tres centrales de 41.12 m). La infraestructura está elaborada a base de zapatas apoyadas sobre 12 pilastras de 1.20 de diámetro y cuya carga admisible es de 300 t por pila. La subestructura es mediante 4 columnas de concreto reforzado de 1.20 m de



diámetro y cabezales de sección de 3.55 m x 1.55 m mientras que la superestructura está formada por una losa de concreto reforzado de 0.18 m de peralte, apoyada sobre 6 traveses tipo “NU” precoladas y postensadas de 0.40 m de peralte.

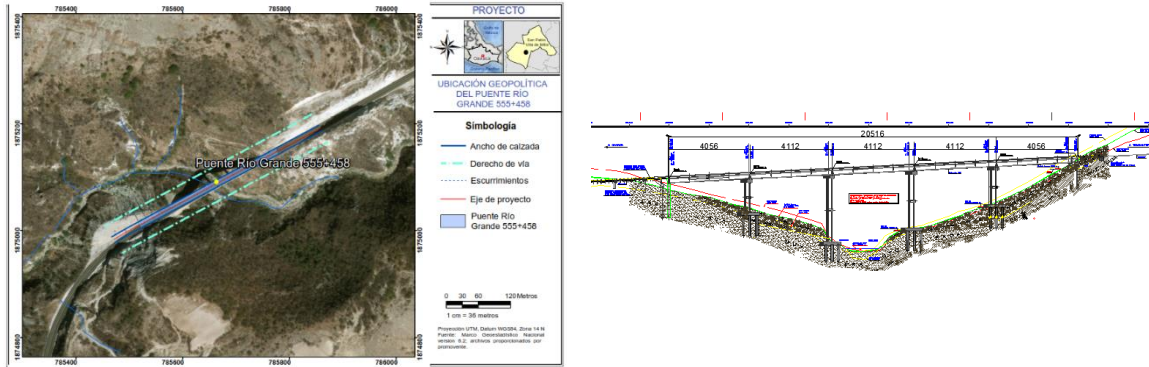


Figura II. 44. Proyecto en planta y perfil longitudinal del Puente Río Grande 555+458.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del Puente Río Grande 555+458.

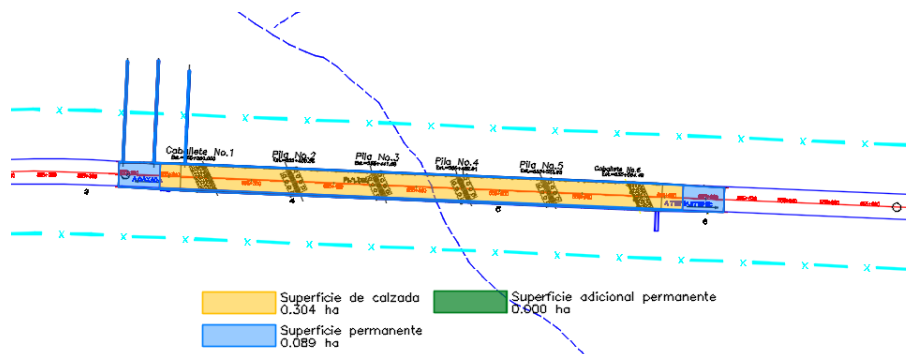


Figura II. 45. Proyecto del Puente Río Grande 555+458.

Tabla II. 34. Superficies del Puente Río Grande 555+458.

Puente Río Grande 555+458	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.304 <span style="color: yellow;">■</span>	0.089 <span style="color: blue;">■</span>	0.000 <span style="color: green;">■</span>	0.393

El puente Río Grande había sido AUTORIZADO con una longitud de 160 metros, pero debido a requerimientos constructivos, el puente se modificó a una longitud de 205.16 metros, teniendo así una diferencia de 45.16 metros. En este tramo de la autopista se tiene una superficie permanente de 0.304 ha correspondiente al ancho de calzada, por lo que al cambiar de longitud dicho puente, 0.089 ha del

derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie permanente del puente Río Grande.

Cabe aclarar que el puente se construye sobre el eje del proyecto de la carretera, por lo que no se afectó mayor superficie a la ocupada por el ancho de calzada. Dicho lo anterior, el puente se construyó dentro del derecho de vía autorizado.

### Puente El Tigre ubicado en el km 562+217

El puente vehicular cuenta con una longitud de 146.64 m y esta subdividida en 4 tramos, dos internos de 36.87 m y dos externos de 36.45 m. La infraestructura está elaborada a base de 6 pilas de cimentación de 1.20 m de Ø, unidas en su parte superior por una zapata de 6.0 m de ancho por 10.00 m de largo y 1.20 m de espesor con acero de refuerzo en ambos sentidos. La subestructura está elaborada a base de columnas de sección compuesta, con una sección transversal de 4.00 m de largo por 1.50 m de ancho, unida monolíticamente de con un cabezal de sección trapecial cuya longitud total es de 13.91 m de corona y 2.20 m de altura con sección variable. El tablero o superestructura está formado a base de una losa de concreto reforzado de 0.20 m de peralte apoyada simplemente sobre vigas AASHTO de 1.60 m de peralte. El ancho total es de 13.76 m y el ancho de carpeta es de 7.70 m.

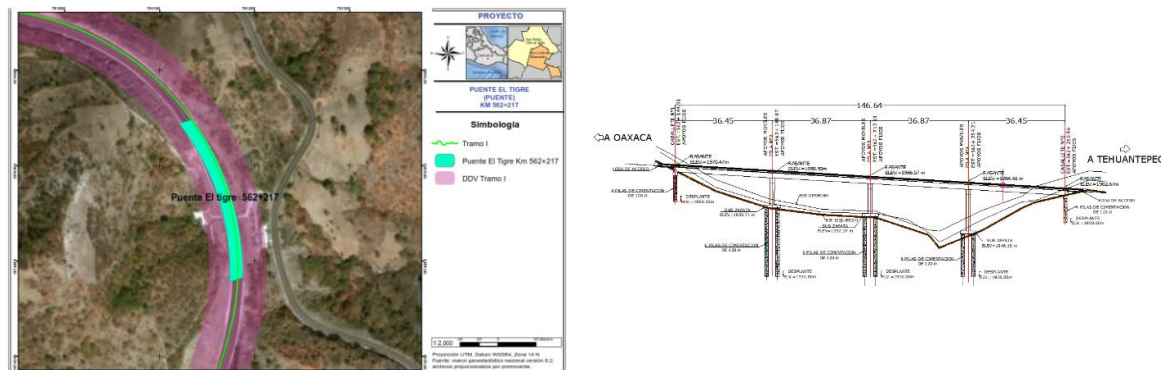


Figura II. 46. Proyecto en planta y perfil longitudinal del Puente El Tigre 562+217.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del Puente El Tigre 562+217.

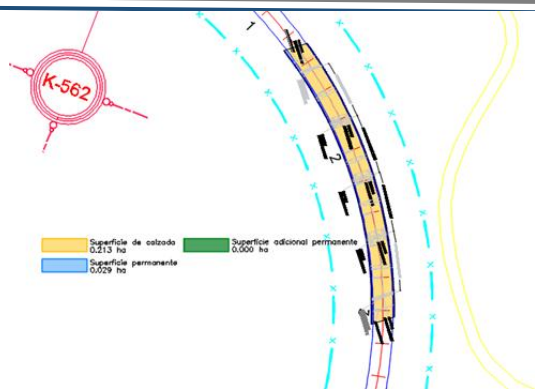


Figura II. 47. Proyecto del puente El Tigre 562+217.

Tabla II. 35. Superficies del puente El Tigre 562+217.

Puente El tigre 562+217	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.213 <span style="color: yellow;">■</span>	0.029 <span style="color: blue;">■</span>	0.000 <span style="color: green;">■</span>	0.242

En este tramo de la autopista, se tiene autorizada una superficie permanente de 0.213 ha que pertenece al ancho de calzada y al adicional el puente el Tigre, obra que se construyó sobre el mismo eje del proyecto de la carretera, se tiene una superficie modificada dentro del derecho de vía de 0.029 ha que corresponde a la superficie del puente, por lo tanto, la superficie total del puente es de 0.242 ha. Por lo anterior, no se tiene una superficie adicional fuera del derecho de vía. Sin embargo, la construcción de este puente fue necesaria debido a la topografía que se presenta en esta zona.

### Puente La Meche ubicado en el km 565+725

El puente denominado La Meche, es una estructura conformada por un claro de 40.00 m. La infraestructura está elaborada a base de 4 pilotes de concreto reforzado de 1.50 m de Ø. La subestructura está compuesta por caballetes de concreto reforzados colados en sitio, mientras que la superestructura está conformada por una losa de concreto reforzado continua de 0.20 m de peralte, apoyadas sobre 5 vigas de tipo “NU” (Nebraska), con dos losas de acceso en las orillas del puente de concreto reforzados, con una longitud de 13.00 m, además de contar con parapetos metálicos para calzada de tipo No. T-34.4.1.

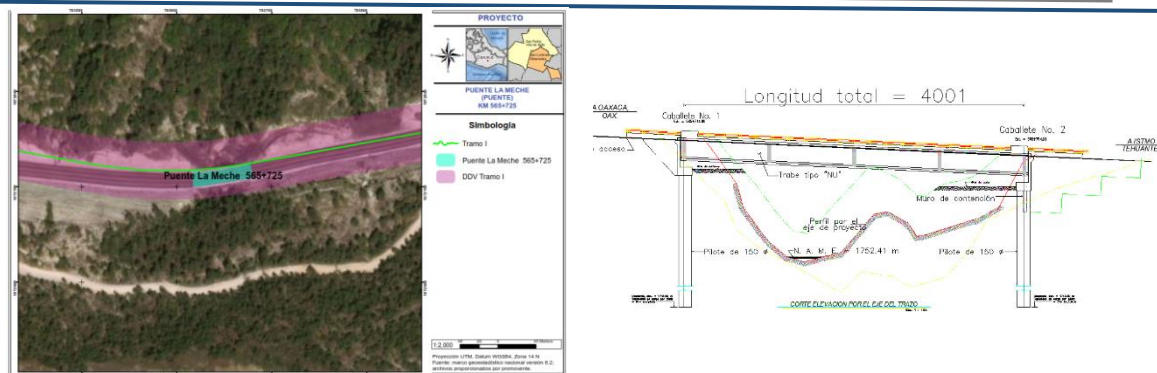


Figura II. 48. Proyecto en planta y perfil longitudinal del Puente la Meche 565+725.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del Puente la Meche 565+725.

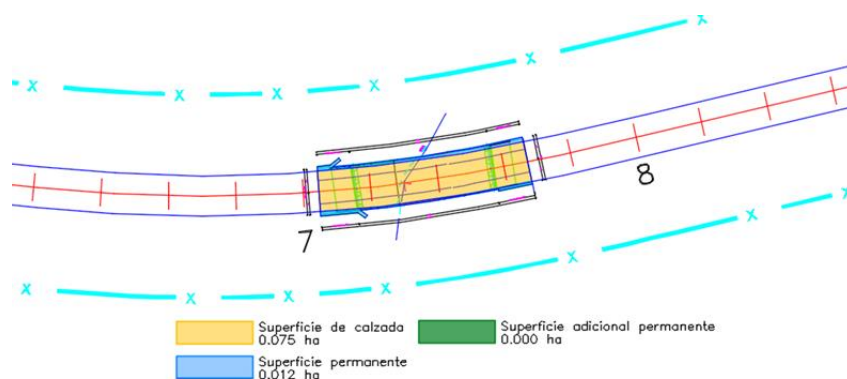


Figura II. 49. Proyecto del Puente la Meche 565+725.

Tabla II. 36. Superficies del Puente la Meche 565+725.

Puente La Meche 565+725	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.075	0.012	0.000	0.087

En este tramo de la carretera, se tiene autorizada una superficie permanente de 0.075 ha correspondientes al ancho de calzada y 0.012 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie de ocupación del puente, siendo así que la superficie total de dicha estructura es de 0.087 ha. Al tratarse de un puente, infraestructura que se construye sobre el eje del proyecto de la autopista, no se requirió de una superficie adicional, por lo que dicha obra, se encuentra dentro del derecho de vía autorizado.

Es importante mencionar que la construcción de dicha estructura corresponde a las características topográficas del proyecto, siendo necesario el puente para la correcta funcionalidad de la carretera.

### Puente El Horganal ubicado en el km 570+800

Estructura con un claro de 220.00 m, la infraestructura está conformada por una zapata central de 25.00 m de largo por 25.00 m de ancho, desplantado a una profundidad de 6.00 m y dos zapatas en los accesos del puente de 16.00 m de largo por 9.00 m de ancho y 2.00 m de profundidad, para el soporte de 4 columnas de concreto reforzado en los extremos del puente. La subestructura está constituida por una pila central de forma trapecial, de 23.50 m de largo por 12.50 m de ancho y en su parte superior o corona la dimensión es de 16.00 m de largo por 8.00 m de ancho, en los extremos los apoyos estarán constituidos por cabezales de concreto reforzado, unidos un muro diafragma y el soporte de estos cabezales es por medio de columnas de concreto reforzado de 1.50 m de Ø. La superestructura está compuesta a base de 26 dovelas de concreto de cierre y dovelas de orilla, prefabricadas con dimensiones variables, guarnición tipo AASHTO, así como parapetos metálicos del mismo tipo. Se colocó una carpeta asfáltica de 0.04 m de espesor con una pendiente del  $\pm 7.9\%$  con respecto al eje. Dicha estructura cuenta con un ancho total de 17.66 m y un ancho de calzada de 15.00 m

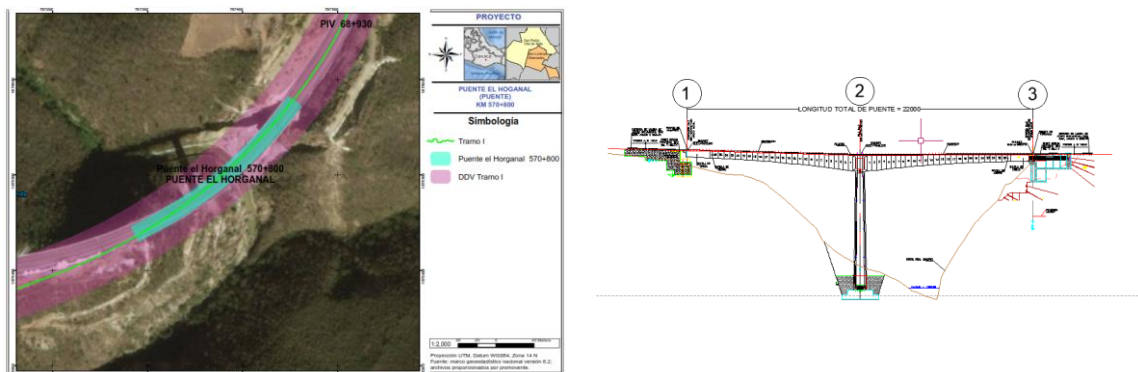


Figura II. 50. Proyecto en planta y de perfil del Puente el Horganal 570+800.

De acuerdo con el resolutive de impacto ambiental Oficio No. SGPA/DGIRA.DEI.0553.03, el puente fue AUTORIZADO para su construcción en el km 570+800 con una longitud de 210 metros, pero debido a las necesidades



constructivas en este tramo de la autopista, presentó una ampliación en su longitud a 220 metros, teniendo así una longitud adicional de 10 metros con respecto a lo autorizado.

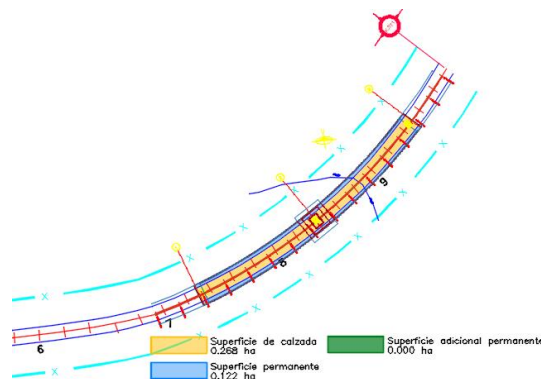


Figura II. 51. Proyecto del Puente el Horganal 570+800.

Tabla II. 37. Superficies del Puente el Horganal 570+800.

Puente El Horganal 570+800	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.268	0.122	0.000	0.390

En este tramo de la autopista, se tiene una superficie permanente de calzada de 0.268 ha, pero al modificar la longitud del puente, 0.122 ha de la superficie del derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie permanente de ocupación del puente. Dicho lo anterior la superficie total del puente es de 0.390 ha, no obstante, al tratarse de un puente, estructura que va sobre el mismo eje del proyecto, no se tiene una afectación adicional, debido a que la construcción sigue estando dentro del derecho de vía.

### **Puente El Colorado ubicado en el km 176+000 (antes 175+760)**

Puente de concreto reforzado, con un claro de 213.48 m de longitud, subdividido en 7 subtramos de losas. Con tablero intermedio de 30.64 m y tableros externos de 30.32 m, estos tableros están simplemente apoyados en traveses de concreto presforzado tipo AASHTO, con diafragmas de unión con un peralte de 1.52 m, losa de concreto de 0.20 m de peralte efectivo y una pendiente del 2 % en la carpeta asfáltica. La subestructura consta de pilas rectangulares de 7.00 m de longitud por 22.00 m de altura y un espesor de 1.60 m en su base y de 1.20 m en su corona,



apoyadas sobre pilas de concreto reforzado en ambas direcciones. El ancho total de dicho elemento es de 13.06 m y un ancho de calzada de 12.0 m.

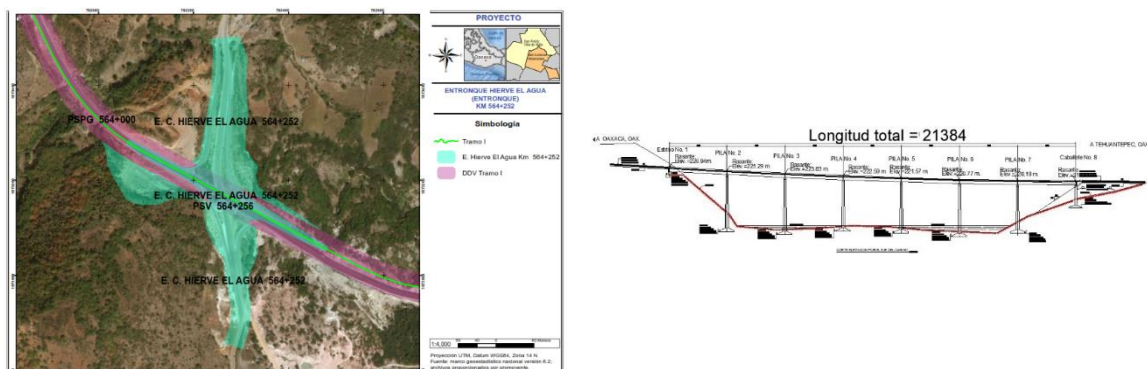


Figura II. 52. Proyecto en planta y de perfil del puente el Colorado 176+000.

De acuerdo al resolutivo de impacto ambiental Oficio No. SGPA/DGIRA.DEI.0553.03 el puente El Colorado km 175+760 fue AUTORIZADO con una longitud de 80 metros, mientras que el Puente La pichancha km 176+000 fue AUTORIZADO con una longitud de 200 m. Debido a las necesidades técnicas del proyecto, se optó por construir el puente “El Colorado” con km de proyecto 176+000 y una longitud total de 213.84 metros.

A continuación, se hace el desglose de superficies del puente el Colorado.

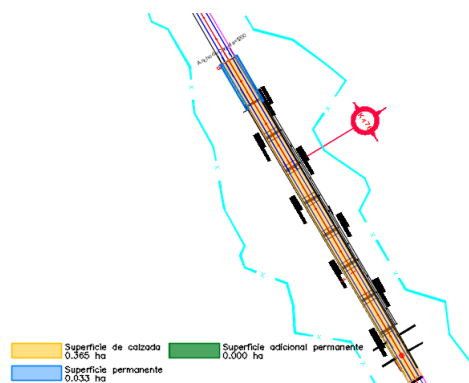


Figura II. 53. Proyecto del puente el Colorado 176+000.

Tabla II. 38. Superficies del del puente el Colorado 176+000.

Puente El Colorado 176+000	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.365 <span style="color: yellow;">■</span>	0.033 <span style="color: blue;">■</span>	0.000 <span style="color: green;">■</span>	0.398

En este km de proyecto, se tiene una superficie permanente de 0.365 ha, pero al modificarse el puente, 0.033 ha de la superficie del derecho de vía pasan a formar parte del puente. La superficie total de la estructura es de 0.398 ha; debido a que el puente se construye sobre el mismo eje del proyecto, no se requiere de una superficie adicional.

### Puente vehicular ubicado en el km 189+270

El puente es un elemento estructural que sirve de interconexión entre puntos de la carretera, mismo que tiene un claro de 61.44 m de longitud y está subdividido en dos tableros de losa de 30.00 m, el apoyo central en este elemento es a base de un estribo de concreto reforzado apoyado de manera directa sobre columnas de 1.20 m de diámetro, los apoyos laterales se presentan en forma de caballetes apoyados de manera directa en columnas de 1.20 m de diámetro. La superestructura está formada por vigas AASHTO de 1.35 m de peralte, una losa de concreto de 0.20 m de peralte y una carpeta asfáltica de 0.04 m con una pendiente de bombeo de 2 %. El ancho de este elemento es de 13.55 m total y un ancho de calzada de 12.55 m.

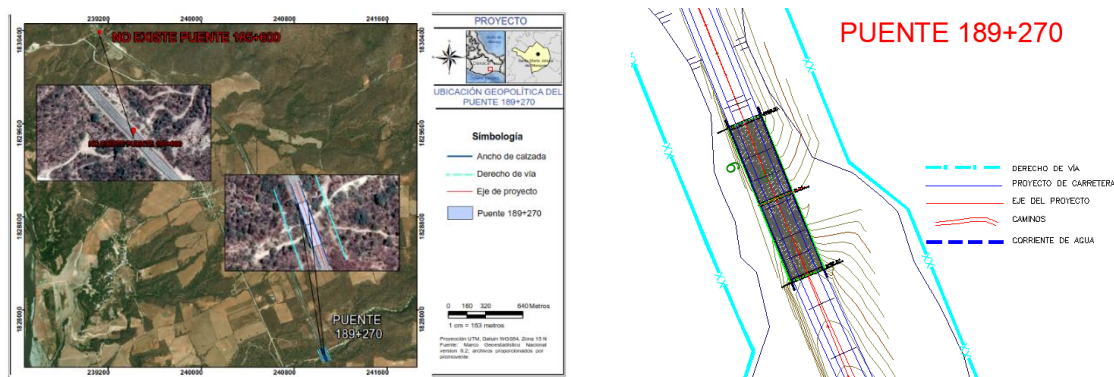


Figura II. 54. Proyecto en planta y perfil longitudinal del Puente 189+270.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del Puente 189+270.

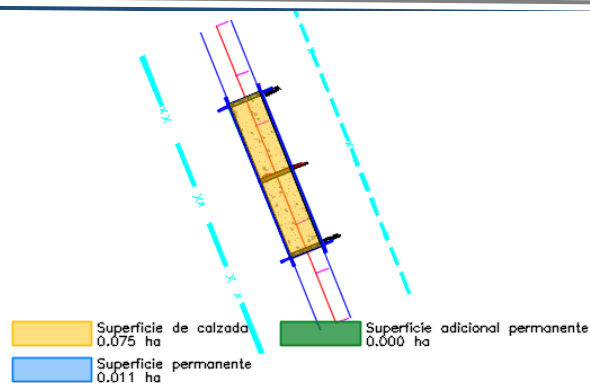


Figura II. 55. Proyecto del Puente 189+270.

Tabla II. 39. Superficies del Puente 189+270.

Puente 189+270	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
<b>Superficie de ocupación</b>	0.075 <span style="color: yellow;">■</span>	0.011 <span style="color: blue;">■</span>	<b>0.000</b> <span style="color: green;">■</span>	<b>0.086</b>

El puente 189+270 fue AUTORIZADO en el oficio resolutivo SGPA/DGIRA.DEI.0553.03 con una longitud de 40 m, sin embargo, debido a los procesos constructivos, el puente se modificó a una longitud de 61.44 m.

En este tramo de la autopista se tiene una superficie permanente de 0.075 ha que corresponden al derecho de vía, al modificarse el puente, 0.010 ha de la superficie del derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie permanente del puente. El puente tiene una superficie de ocupación total de 0.085 ha, puesto que el puente se construye sobre el mismo eje del proyecto carretero, por lo tanto, la estructura no requiere de una superficie adicional a la autorizada.

### Puente Vehicular ubicado en el km 192+506

El puente está conformado por con un claro de 61.80 m de longitud, subdividido en dos tramos de 30.00 m, el apoyo central para dicha estructura es por medio de un cabezal y columnas de 1.20 m de diámetro, en los extremos se tienen caballetes de concreto reforzado. La superestructura está dada por medio de vigas tipo AASHTO de 1.35 m apoyadas de manera simple que sirven de soporte para una losa de concreto reforzado de 0.20 m y una carpeta asfáltica de 0.04 m con una pendiente de bombeo de 2 %, el ancho de este elemento estructural es de 13.00 m total y el ancho de calzada es de 12.00 m.

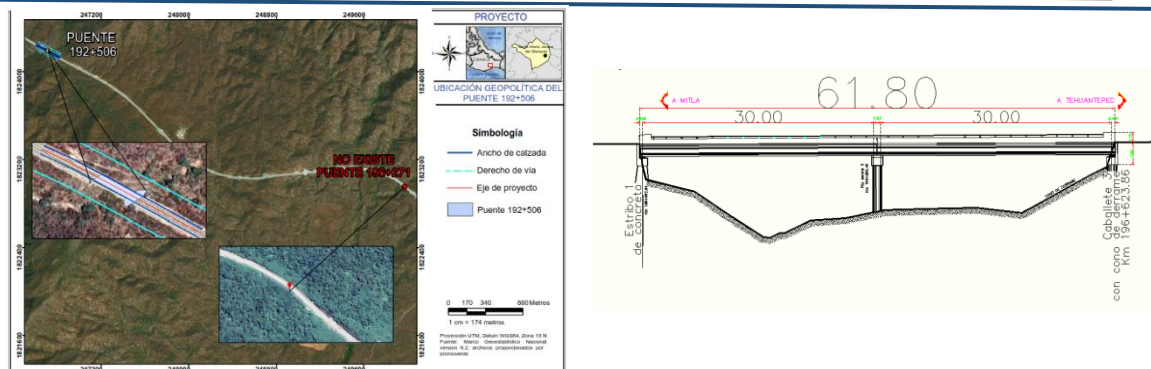


Figura II. 56. Proyecto en planta y perfil longitudinal del Puente 192+506.

A continuación, se presenta el desglose de superficies del Puente 192+506.

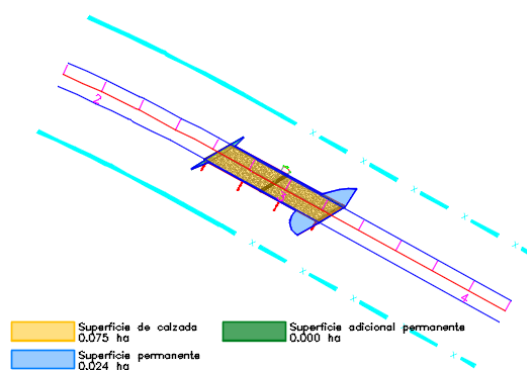


Figura II. 57. Proyecto del Puente 192+506.

Tabla II. 40. Superficies del Puente 192+506.

Puente 192+506	Derecho de vía		Superficie adicional permanente (ha)	Superficie total (ha)
	Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)		
Superficie de ocupación	0.075 <span style="color: yellow;">■</span>	0.024 <span style="color: blue;">■</span>	0.000 <span style="color: green;">■</span>	0.099

El puente 192+506 fue AUTORIZADO en el oficio resolutivo SGPA/DGIRA.DEI.0553.03 con una longitud de 30 m, sin embargo, debido a los procesos constructivos, el puente se modificó a una longitud de 61.80 m.

En este tramo de la autopista se tiene una superficie permanente autorizada de 0.075 ha que corresponden al ancho de calzada de la autopista, pero al aumentar la longitud del puente, 0.024 ha del derecho de vía pasaron a formar parte de la superficie permanente del puente, por lo tanto la superficie de ocupación total del puente es de 0.099 ha, debido a que el puente se construye sobre el mismo eje de

---

proyecto de la autopista, la estructura se encuentra construida dentro del derecho de vía autorizado, por lo que no requiere de una superficie adicional.

## **5. Obras provisionales**

### **Comedores y vestidores ubicada en el km 574+500**

Esta obra provisional es catalogada de carácter temporal. Ya que solo fue utilizada por los colaboradores mientras se realizaban actividades en el tramo cercano. Al finalizar las actividades, el área fue donada a la localidad cercana, previa solicitud

.

En la siguiente tabla se muestra una el resumen por tipo de estructura y el uso de suelo y vegetación circundante a estas obras de acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de USyV, escala 1:250,000, serie VII conjunto Nacional información de interés Nacional de INEGI (2018).

Tabla II. 41. Resumen de superficies dentro del derecho de vía autorizado y adicional.

No.	Estructura	Ubicación (Km de proyecto)	Tramo	Sub tramo	Superficie total (ha)	Derecho de vía			Superficie adicional			USyV
						Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)	Superficie temporal (ha)	Permanente (ha)	Temporal (ha)	Total (ha)	
<b>Entronques carreteros</b>												
1	Entronque Jalapa del Marqués	187+000	III	18	7.955	1.047	0.695	1.337	2.141	2.735	4.876	Vsa/SBC, H2O
<b>Pasos inferiores</b>												
1	Paso Inferior Vehicular	557+260	I	2	0.061	0.007	0.054	0	0	0	0	PI
2	Paso Inferior Vehicular	559+800	I	2	0.065	0.007	0.058	0	0	0	0	Vsa/BQP
3	Paso Inferior Vehicular	560+765	I	2	0.127	0.018	0.099	0	0.01	0	0.01	VSA/BPQ
4	Paso Inferior Vehicular	561+040	I	2	0.047	0.007	0.04	0	0	0	0	VSA/BPQ
5	Paso Inferior Vehicular	563+520	I	3	0.03	0.005	0.025	0	0	0	0	Vsa/BQP
6	Paso Inferior Peatonal con Rampa	564+820	I	3	0.064	0.003	0.061	0	0	0	0	Vsa/BQ
7	Paso Inferior Peatonal y Ganadero	568+420	I	3	0.024	0.005	0.019	0	0	0	0	Vsa/SBC
8	Paso Inferior Vehicular San Bartolo I	569+550	I	3	0.048	0.01	0.038	0	0	0	0	Vsa/SBC
9	Paso Inferior Vehicular San Bartolo II	569+900	I	3	0.048	0.01	0.038	0	0	0	0	Vsa/SBC
10	Paso Inferior Vehicular	572+944	I	3	0.107	0.023	0.084	0	0	0	0	PI, TA
11	Paso Inferior Vehicular	173+805	III	15	0.049	0.013	0.036	0	0	0	0	Vsa/SBC, SBC
12	Paso Inferior Peatonal y Ganadero	200+400	III	20	0.019	0.007	0.012	0	0	0	0	SBC
<b>Pasos superiores</b>												
1	Paso Superior Vehicular	561+540	I	2	0.018	0.007	0.011	0	0	0	0	Vsa/BQP
2	Paso Superior Peatonal y Ganadero	564+000	I	3	0.021	0.006	0.015	0	0	0	0	TA, Vsa/BQ



No.	Estructura	Ubicación (Km de proyecto)	Tramo	Sub tramo	Superficie total (ha)	Derecho de vía			Superficie adicional			USyV
						Superficie de calzada (ha)	Superficie permanente (ha)	Superficie temporal (ha)	Permanente (ha)	Temporal (ha)	Total (ha)	
3	Paso Superior Vehicular	564+256	I	3	0.036	0.032	0.004	0	0	0	0	Vsa/BQ
4	Paso Superior Peatonal y Ganadero	564+880	I	3	0.012	0.004	0.008	0	0	0	0	Vsa/BQ
5	Paso Superior Vehicular	567+200	I	3	0.024	0.008	0.016	0	0	0	0	Vsa/BQ
6	Paso Superior Vehicular San Bartolo III	570+127	I	3	0.102	0.093	0.009	0	0	0	0	SBC
7	Paso Superior Vehicular	183+100	III	17	0.151	0.069	0.082	0	0	0	0	SBC
<b>Puentes</b>												
1	Puente Río Grande	555+458	I	2	0.393	0.304	0.089	0	0	0	0	PI
2	Puente El Tigre	562+217	I	3	0.242	0.213	0.029	0	0	0	0	Vsa/BQP
3	Puente La Meche	565+725	I	3	0.087	0.075	0.012	0	0	0	0	Vsa/BQ
4	Puente El Horganal	570+800	I	3	0.39	0.268	0.122	0	0	0	0	SBC
5	Puente El Colorado	176+000	III	16	0.398	0.365	0.033	0	0	0	0	SBC
6	Puente	189+270	III	18	0.086	0.075	0.011	0	0	0	0	Vsa/SBC
7	Puente	192+506	III	18	0.099	0.075	0.024	0	0	0	0	SBC
<b>Obras provisionales</b>												
1	Comedores y vestidores	574+500	I	3	0.006	0	0	0	0	0.006	0.006	PI
<b>Superficie total</b>					<b>10.709</b>	<b>2.756</b>	<b>1.724</b>	<b>1.337</b>	<b>2.151</b>	<b>2.741</b>	<b>4.892</b>	

## II.2.1 Programa de trabajo

En la siguiente tabla se presenta el cronograma o plan de trabajo contemplado para las etapas de operación y mantenimiento de las 28 obras del presente estudio, mismas que fueron construidas de acuerdo a las necesidades de la autopista y de las comunidades beneficiadas con dicho proyecto carretero.

Tabla II. 42. Cronograma de actividades etapas de construcción, operación y mantenimiento.

Calendario de trabajo	Años																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Operación y Mantenimiento</b>																				
Trabajos de Conservación Rutinaria	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Trabajos de Conservación periódica			■			■			■			■			■			■		
Trabajos de reconstrucción		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento de emergencia		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

## II.2.2 Representación gráfica regional

Como se ha mencionado anteriormente, la autopista Mitla-Tehuantepec, se encuentran en los municipios de: San Pablo Villa de Mitla, San Lorenzo Albarradas, Santiago Lachiguiri, Santa María Jalapa del Marqués y Santa María Mixtequilla, a continuación se indica el cadenamamiento inicial y final en cada uno de los municipios de inferencia del proyecto.

Tabla II. 43. Distribución de región, distrito y municipio de las estructuras adicionales a lo largo del eje.

Región	Distrito	Municipio	Cadenamiento de proyecto	
			Inicial	Final
Valles centrales	Tlacolula	San Pablo Villa de Mitla	551+496AT=553+412AD	558+932
		San Lorenzo Albarradas	558+932	570+900
		San Pablo Villa de Mitla	570+900	575+650
Istmo	Tehuantepec	Santiago Lachiguiri	160+000	165+600
		Santa María Jalapa del Marqués	165+600	174+160
		Santa María Mixtequilla	174+160	210+000

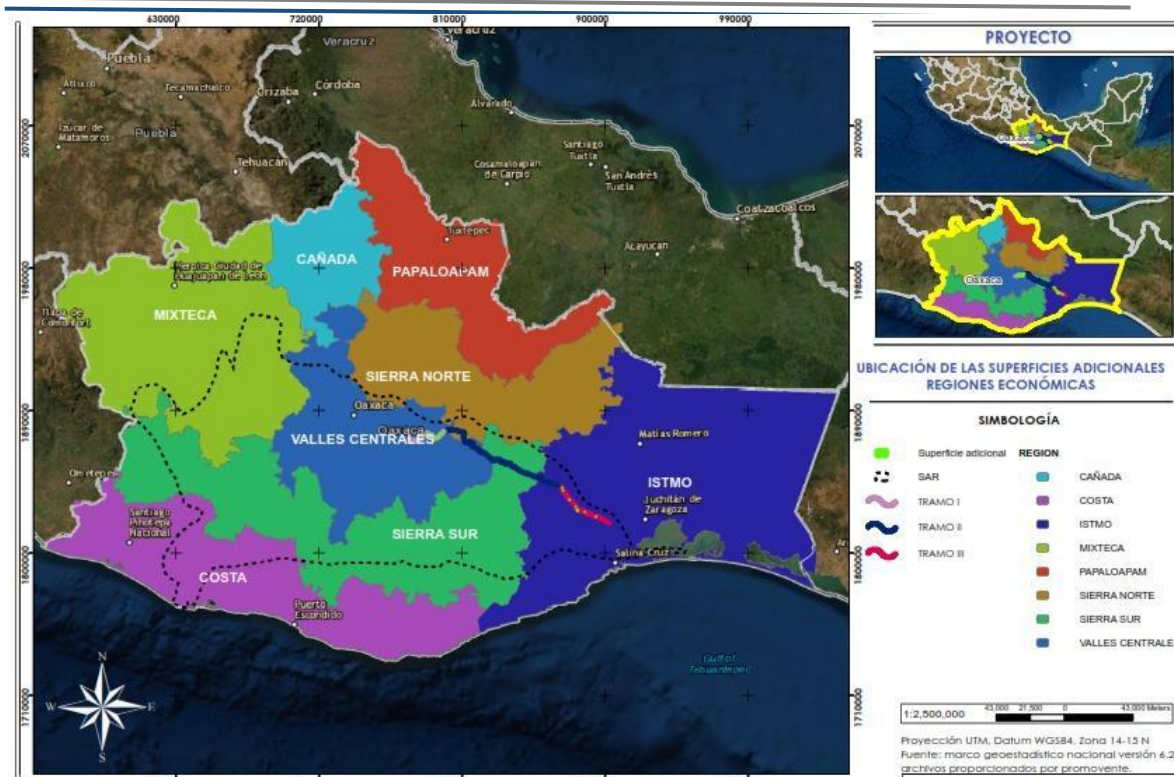


Figura II. 58. Mapa de ubicación del proyecto respecto a las regiones económicas del estado de Oaxaca.

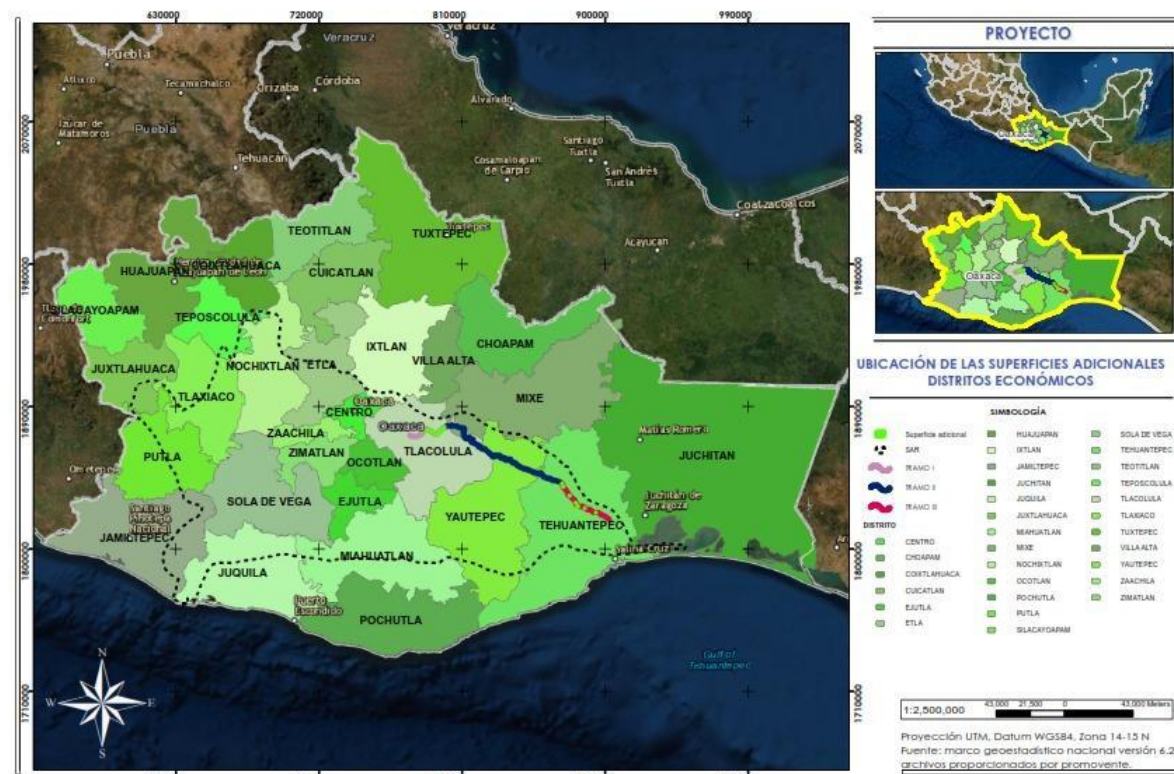


Figura II. 59. Mapa de ubicación del proyecto respecto a los distritos económicos del estado de Oaxaca.

## II.2.3 Representación gráfica local

Como se ha mencionado anteriormente las obras se encuentran distribuidas a lo largo de los tramos I y III, en diferentes municipios del estado de Oaxaca, en la siguiente tabla se muestra la ubicación con respecto al municipio que se refiere.

Tabla II. 44. Ubicación de las obras adicionales de la Autopista, por municipio.

Municipio	Subtramo	Cadenamiento (km de proyecto)	Tipo de estructura	Superficie de afectación (ha)	Anexo
San Pablo Villa de Mitla	2	555+458	Puente "Rio Grande"	0.393	Anexo II.5.1
		557+260	PIV	0.061	Anexo II.5.2
San Lorenzo Albarradas	2	559+800	PIV	0.065	Anexo II.5.3
		560+765	PIV	0.127	Anexo II.5.4
		561+040	PIV	0.047	Anexo II.5.5
		561+540	PIV	0.018	Anexo II.5.6
		562+217	Puente "el Tigre"	0.242	Anexo II.5.7
	3	563+520	PIV	0.030	Anexo II.5.8
		564+000	PSPYG	0.021	Anexo II.5.9
		564+256.	PSV	0.036	Anexo II.5.10
		564+820	PIPR	0.064	Anexo II.5.11
		564+880	PSPYG	0.012	Anexo II.5.12
		565+725	Puente "la Meche"	0.087	Anexo II.5.13
		567+200	PSV	0.024	Anexo II.5.14
		568+420	PIPG	0.024	Anexo II.5.15
		569+550	PIV "San Bartolo I"	0.048	Anexo II.5.16
		569+900	PIV "San Bartolo II"	0.048	Anexo II.5.17
570+127	PSV "San Bartolo III"	0.102	Anexo II.5.18		
570+800	Puente "el Horganal"	0.390	Anexo II.5.19		
San Pablo Villa de Mitla	3	572+944	PIV	0.107	Anexo II.5.20
		574+500	Comedores y vestidores	0.006	Anexo II.5.21
Santiago Lachiguiri	15	173+805	PIV	0.049	Anexo II.5.22
Santa María Jalapa del Marqués	16	176+000	Puente "el Colorado"	0.398	Anexo II.5.23
	17	183+100	PSV	0.151	Anexo II.5.24
	18	187+000	Entronque Jalapa del Marques	7.955	Anexo II.5.25
	18	189+270	Puente	0.086	Anexo II.5.26
	18	192+506	Puente	0.099	Anexo II.5.27
Santa María Mixtequilla	20	200+400	PIPG	0.019	Anexo II.5.28
<b>Total</b>				10.709	

## II.2.4 Preparación del sitio y construcción

Para la construcción de las obras en los Tramo I del km 551+496AT=553+412AD al 72+500 y Tramo III del km 165+000 al km 210+000 del proyecto Mitla-Tehuantepec, se realizaron las siguientes actividades en su etapa de inicio. La descripción de las actividades de preparación del sitio y construcción no se detallan dado que las 28 obras ya fueron construidas y que actualmente se encuentran en operación y que

el objeto del presente documento es obtener la autorización para llevar a cabo la operación y mantenimiento durante la vida útil propuesta.

Tabla II. 45. Resumen de actividades por concepto.

Concepto	Actividades
Obras provisionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de campamentos.</li> <li>• Almacenes.</li> </ul>
Terracerías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmonte.</li> <li>• Despalme.</li> </ul>
Pavimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de base hidráulica.</li> <li>• Aplicación de riego de impregnación.</li> <li>• Construcción de la carpeta de concreto hidráulico.</li> <li>• Aplicación de riego y sello.</li> </ul>
Señalamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocación de señalamiento vial (preventivas, restrictivas e informativos).</li> <li>• Señalamiento horizontal.</li> </ul>
Puentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de infraestructura.</li> <li>• Construcción de subestructura.</li> <li>• Construcción de superestructura.</li> </ul>
Infraestructuras adicionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entronques.</li> <li>• Pasos Inferiores Vehiculares.</li> <li>• Pasos Inferiores Peatonales y Ganaderos.</li> <li>• Pasos Inferiores Peatonales con Rampa.</li> <li>• Pasos Superiores Vehiculares.</li> <li>• Pasos Superiores Peatonales y Ganaderos.</li> <li>• Puentes</li> </ul>

### Obras provisionales:

Para el inicio de esta etapa de construcción se requirió la verificación del trazo, así como las medidas necesarias para la flora y la fauna del lugar. Dentro de las consideraciones que se tuvieron presentes a la hora de la selección del sitio fueron la ubicación de los servicios básicos que se pueden aprovechar como agua, luz, teléfono, así como la topografía del lugar, para conocer el tipo de instalaciones requeridas, así como el número de trabajadores.

Mediante el uso de retroexcavadoras y excavadoras, se hizo la limpieza del terreno, posteriormente se niveló para el desplante de la estructura. Cabe mencionar que por tratarse de una obra provisional no se requirió de una cimentación especial.

### Terracerías:

Cabe mencionar que estas actividades de preparación del sitio, se realizaron de acuerdo a lo establecido en el Oficio Resolutivo No. SGPA/DGIRA/DEI.0553.03 con fecha 15 de octubre de 2003.



#### Desmante:

Consistió en el retiro de vegetación existente dentro del derecho de vía con referencia en el cadenamiento de proyecto, se considera como desmante a la actividad que presenta las siguientes características: tala (el corte de árboles o arbustos); desenraice (consiste en el desprendimiento de troncos o tocones con o sin raíces); limpia y disposición final (consiste en retirar todo material producto de las anteriores actividades).

#### Despalme:

Esta actividad consistió en retirar la primera capa de suelo, para descubrir la zona de desplante de cada estructura y con ello evitar desplantar una estructura en suelo contaminado, dicha actividad se desarrolló bajo la norma de construcción Mexicana N-CTR-CAR-101-002 del Instituto Mexicano del Transporte.

#### Pavimentos:

Como se mencionó anteriormente, el proyecto tiene como característica un ancho de corona de 12.0 m y está conformada por una base de concreto hidráulico, una base de una capa asfáltica y una carpeta de concreto asfáltico.

- Construcción hidráulica: con base en los proyectos y estudios realizados se contempló una subrasante de 0.25 m con material producto de bancos autorizados y compactado en un 100% de su PVSM de la prueba AASTHO.
- Aplicación de riego de impregnación: consistió en la aplicación de un material asfáltico, sobre una capa de material pétreo como la base del pavimento, con objeto de impermeabilizar y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica. El material asfáltico utilizado fue una emulsión.
- Carpeta asfáltica: capa de material producto de una mezcla de elementos pétreos y cemento asfáltico debidamente graduada, y fue colocada por el método Marshall los cuales cumplen con su diseño para vehículos pesados.
- Aplicación de riego de sello 3-E: se aplicó a todo el ancho de corona un riego de sello pétreo tipo 3-E intercalados con tres capas sucesivas de



material con el objeto de hacer resistente el derramamiento y proteger la superficie de rodamiento.

- Señalamiento: son elementos que regulan los movimientos del tránsito, haciendo que la vía cuente con una operación efectiva. Previniendo, orientando e informando a todos los usuarios de una vialidad.

## Puentes

Como parte de la elaboración de estas obras de infraestructura se tiene como primera etapa, la parte de infraestructura, la cual consta de la cimentación, como segunda etapa la subestructura que establece toda la parte de columnas y travesaños de cada puente y por última etapa la superestructura, que es la parte que soporta los tableros de cada puente.

Tabla II. 46. Estructuras adicionales: puentes.

No.	Estructura	Tramo	Ubicación (km de proyecto)	Superficie total (ha)
1	Puente	I	555+458	0.393
2	Puente El Tigre	I	562+217	0.242
3	Puente La Meche	I	565+725	0.087
4	Puente El Horganal	I	570+800	0.39
5	Puente El Colorado	III	176+000	0.398
6	Puente	III	189+270	0.086
7	Puente	III	192+506	0.099

## Entronque Jalapa del Marqués

El entronque consistió en la construcción cuatro ramificaciones directas que se interconectan al eje de la autopista Mitla-Tehuantepec. Cuenta con una divergencia simple en dirección a Tehuantepec, que interconecta en la dirección Guiechiquero, el cual se encuentra ubicado en el tramo III.

Tabla II. 47. Estructuras adicionales: entronque.

No.	Estructura	Tramo	Ubicación (km de proyecto)	Superficie total (ha)
1	Entronque Jalapa del Marqués	III	187+000	7.955

## Pasos Inferiores

Como parte de los elementos de conectividad y obras complementarias al proyecto Mitla-Tehuantepec se tienen las siguientes estructuras:

Tabla II. 48. Estructuras adicionales: Pasos Inferiores.

No.	Estructura	Tramo	Ubicación (km de proyecto)	Superficie total (ha)
1	Paso Inferior Vehicular	I	557+260	0.061
2	Paso Inferior Vehicular	I	559+800	0.065
3	Paso Inferior Vehicular	I	560+765	0.127
4	Paso Inferior Vehicular	I	561+040	0.047
5	Paso Inferior Vehicular	I	563+520	0.03
6	Paso Inferior Peatonal con Rampa	I	564+820	0.064
7	Paso Inferior Peatonal y Ganadero	I	568+420	0.024
8	Paso Inferior Vehicular	I	569+550	0.048
9	Paso Inferior Vehicular	I	569+900	0.048
10	Paso Inferior Vehicular	I	572+944	0.107
11	Paso Inferior Vehicular	III	173+805	0.049
12	Paso Inferior Peatonal y Ganadero	III	200+400	0.019

### Pasos Superiores

Como parte de las obras que complementan la funcionalidad de la carretera, se tienen los pasos superiores de apoyo al tránsito local.

Tabla II. 49. Estructuras adicionales: Pasos Superiores.

No.	Estructura	Tramo	Ubicación (km de proyecto)	Superficie total (ha)
1	Paso Superior Vehicular	I	561+540	0.018
2	Paso Superior Peatonal y Ganadero	I	564+000	0.021
3	Paso Superior Vehicular	I	564+256	0.036
4	Paso Superior Peatonal y Ganadero	I	564+880	0.012
5	Paso Superior Vehicular	I	567+200	0.024
6	Paso Superior Vehicular San Bartolo III	I	570+127	0.102
7	Paso Superior Vehicular	III	183+100	0.151

### Comedores y vestidores

Formaron parte de las obras provisionales para la construcción de la autopista.

Tabla II. 50. Obras provisionales: comedores y vestidores.

No.	Estructura	Tramo	Ubicación (km de proyecto)	Superficie total (ha)
1	Comedores y vestidores	I	574+500	0.006

Al finalizar las actividades, el área fue donada a la localidad cercana, con previa solicitud.

## II.2.5 Operación y mantenimiento

Cabe mencionar que los Tramos I y III se encuentran en operación desde el año 2015 y 2016 respectivamente, lo cual fue hecho del conocimiento de la Autoridad por medio del Oficio No. 6.19.414.PPS. -020/2020 de fecha 20 de febrero de 2020, este oficio se integra en el Capítulo VIII, apartado VIII.2, Anexos digitales del Capítulo II como Anexo II.6.

La operación de la carretera Mitla- Tehuantepec será continua a partir de la apertura al tránsito vehicular, que de acuerdo a los estudios de se establece un flujo vehicular de 3,000 vehículos diarios.

Para su correcto funcionamiento se estableció un programa de mantenimiento continuo el cual tiene como como objetivo las siguientes etapas.

### Mantenimiento de rutina

En este subprograma se realizan las labores que tienen como fin conservar en buenas condiciones la superficie de rodadura, las zonas laterales, las obras de drenaje y subdrenaje, el cercado, los cortes, terraplenes y todos los elementos del camino dentro de la franja del derecho de vía.

Tabla II. 51. Actividades de mantenimiento rutinario.

<b>Actividades de mantenimiento rutinario</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Limpieza de zanjas.</li><li>● Limpieza de alcantarillas.</li><li>● Limpieza de deslizamientos de tierra menores.</li><li>● Despeje de zanjas y zonas laterales.</li><li>● Reparación de la señalización vertical.</li><li>● Limpieza de las salidas de los puentes.</li><li>● Limpieza de los elementos derramados en la carretera (calzada).</li><li>● Repintado de señalización horizontal.</li><li>● Relleno de baches en la vía.</li><li>● Mantenimiento preventivo.</li><li>● Se realiza antes de la temporada con la mayor presencia de precipitaciones.</li></ul>

### Mantenimiento periódico

Es el conjunto de actividades que se ejecutan en períodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores.

Tabla II. 52. Actividades de mantenimiento periódico.

<b>Actividades de mantenimiento periódico</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Eliminación de derrumbes.</li><li>● Reconformación de material existente.</li><li>● Reconformación de cunetas.</li><li>● Muro seco.</li><li>● Alcantarillas.</li><li>● Badén de concreto.</li><li>● Reposición de señal informativa.</li><li>● Reposición de señal preventiva.</li></ul>

### **Mantenimiento de emergencia**

Es la que se realiza durante la época de lluvias, ya que en este periodo puede haber casos de emergencia y las actividades se concentran en las siguientes:

Tabla II. 53. Actividades de mantenimiento de emergencia.

<b>Actividades de mantenimiento de emergencia</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● Limpieza de deslizamientos de tierra.</li><li>● Sustitución de la plataforma.</li><li>● Construcción de variantes.</li><li>● Estabilización de taludes.</li></ul>

### **II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

Los residuos generados en estos espacios fueron clasificados en peligrosos y no peligroso y su disposición final estuvo a cargo de la empresa autorizada y contratada para dichos fines, mientras que el acarreo o traspaso de los materiales resultantes producto del proceso de desmantelamiento pueden ser clasificados en dos grupos, recuperables y no recuperables. De acuerdo a esta clasificación los materiales recuperables: la instalación de comedores y vestidores fueron donados a la localidad de Santa María Albarradas del municipio de San Pablo Villa de Mitla, mismos que fueron solicitados por la comunidad para darle un uso posterior.

### **II.2.7 Residuos**

#### **Operación y mantenimiento**

Con base en los estudios realizados, para la evaluación de los efectos producidos en la operación de la carretera se determinaron las siguientes actividades, la contaminación del aire, el ruido, la basura arrojada, accidentes automovilísticos.

Mientras que en la parte del mantenimiento se consideran los trabajos realizados para el bacheo, limpieza, desazolve de cunetas, chapeo, limpieza y reparación de señalización, así como la pintura de las líneas del pavimento.

Tabla II. 54. Clasificación de residuos en operación y mantenimiento

Etapa	Estado	Tipo de residuo	Clasificación	Ejemplos
Operación y mantenimiento	Sólido	Orgánicos	No peligroso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restos de alimentos.</li> </ul>
		Inorgánicos	No peligroso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vidrio.</li> <li>• Plástico.</li> <li>• Cambio de señalización.</li> </ul>
	Líquidos	Inorgánicos	Peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrame de aceites.</li> <li>• Pintura.</li> <li>• Emulsiones asfálticas.</li> </ul>

### II.2.8 Generación de gases efecto invernadero

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007, define los gases de efecto invernadero como componentes gaseosos de la atmósfera, naturales o artificiales, que absorben y emiten radiación en longitudes de onda específicas en el espectro térmico de la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad provoca el efecto invernadero.

Mientras que, de acuerdo con el INECC (2018), el efecto invernadero ocurre naturalmente en la atmósfera de la Tierra, lo que permite que exista la vida tal como la conocemos, porque sin él, la temperatura promedio de la Tierra caería por debajo de -18° C. Siendo los principales gases de efecto invernadero (GEI) el vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), los óxidos de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>).

Sin embargo, las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles y la deforestación, intensifican el efecto invernadero natural al incrementar las emisiones de gases de efecto invernadero y, por lo tanto, alteran la composición de la atmósfera terrestre. Los Gases Efecto Invernadero (GEI) comprende las emisiones de bióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, hexafluoruro de azufre y carbono negro.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) 2018, señala que, el gas más importante que emite el país es el dióxido de carbono, que representa el 71% de las emisiones, seguido del metano, que representa el 21%. De lo anterior, el 64% de las emisiones totales corresponden al uso de combustibles fósiles.

En este sentido, para identificar las fuentes de emisión de GEI durante la etapa de operación y mantenimiento, se consideran las fuentes móviles, las cuales corresponden a las generadas por los vehículos automotores que circulan por las obras adicionales y de la maquinaria que se utiliza en las actividades de mantenimiento. Las cuales utilizan gasolina y diésel.

#### II.2.8.1 Identificar por etapas del proyecto las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero.

Para el presente documento, la etapa de estudio corresponde a la Operación y Mantenimiento. Durante esta etapa, se generan emisiones a la atmósfera por el uso de combustibles en los vehículos, maquinarias y equipos utilizados para las actividades de mantenimiento y de los vehículos que circulan por las distintas obras adicionales al proyecto Mitla-Tehuantepec.

Tabla II. 55. Fuentes generadoras de Gases Efecto Invernadero en la Etapa de Operación y Mantenimiento.

Etapa en que se emiten	Fuente de generación
Operación	Vehículos automotores que circulan por las obras adicionales
Mantenimiento	Vehículos automotores y Maquinaria utilizados para las actividades de mantenimiento

#### II.2.8.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC, O<sub>3</sub>, entre otros.

Como se indica en el apartado anterior, las fuentes generadoras de GEI corresponden a fuentes móviles tales como, vehículos automotores y maquinaria. Por la combustión de combustibles fósiles, en específico gasolina y diésel.

En este sentido, los gases que se generan por la combustión son:

- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Es el gas de efecto invernadero más importante asociado a la actividad humana y el segundo gas más importante en el



calentamiento global, después del vapor de agua. Se emite principalmente, por el consumo de combustibles fósiles en las actividades de operación y mantenimiento.

- **Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O):** Las fuentes de óxido de nitrógeno son tanto naturales como antropogénicas y contribuyen a alrededor del 6 % del efecto invernadero. De acuerdo con Ballesteros *et al* (2017), la quema de combustibles representa una baja tasa de generación de N<sub>2</sub>O.

En la siguiente tabla se presentan los gases efecto invernadero identificados.

Tabla II. 56. Gases Efecto Invernadero determinados en la Etapa de Operación y Mantenimiento

Etapa en que se emiten	Fuente de generación	GEI	Periodicidad	Mitigación	CRETIB
Operación	Vehículos automotores que circulan por las obras adicionales	CO <sub>2</sub>	Periódico	Límite de velocidad	T
		N <sub>2</sub> O			
		*CO			
		*COVDM			
		*NOx			
Mantenimiento	Vehículos automotores y maquinaria utilizados para las actividades de mantenimiento	CO <sub>2</sub>	Irregular	-Límite de velocidad -Inspección y mantenimiento preventivo	T
		N <sub>2</sub> O			
		*CO			
		*COVDM			
		*NOx			

\* = Gas de efecto invernadero Indirecto. CO<sub>2</sub> = Dióxido de Carbono. N<sub>2</sub>O = Óxido Nitroso. CO = Monóxido de Carbono. NOx = Óxidos de Nitrógeno. GEI = Gas Efecto Invernadero.

En base de lo anterior y de acuerdo con la SEMARNAT (2021), en su Calculadora de emisiones para el Registro Nacional de Emisiones estima que, por cada 100 litros anuales de combustible consumido durante la operación y mantenimiento, se generan las siguientes emisiones de GEI:

Tabla II. 57. Calculo de emisiones por fuente y componente.

Combustible	Consumo anual (litros)	Emisiones CO <sub>2</sub> (tCO <sub>2</sub> )	Emisiones de N <sub>2</sub> O (tN <sub>2</sub> O)	Emisiones de GEI (tCO <sub>2</sub> e)
Gasolina	100	0.23	0.01	0.24
Diesel	100	0.28	0.00	0.28

CO<sub>2</sub> = Dióxido de Carbono. N<sub>2</sub>O = Óxido Nitroso. GEI = Gas Efecto Invernadero. tCO<sub>2</sub>e = toneladas de Dióxido de Carbono equivalente.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD REGIONAL**  
**AUTOPISTA MITLA TEHUANTEPEC, ETAPA DE**  
**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS  
INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y  
ORDENAMIENTO JURÍDICOS APLICABLES.



## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APICABLES .....	4
III.1. PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO .....	4
III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)	4
III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) .....	12
III.2. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	20
III.3. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES (PDU) .....	21
III.3.1. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 del Estado de Oaxaca.....	21
III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	24
III.4.1. NOM-086-SCT2-2015. Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales.....	24
III.4.2. NOM-037-SCT2-2020. Barreras de protección en carreteras y vías urbanas.....	25
III.4.3. NOM-041-SEMARNAT-2015. Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.....	25
III.4.4. NOM-045-SEMARNAT-1996. Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan Diesel o mezclas que incluyan Diesel como combustible.....	26
III.5. OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR.....	26
III.5.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos .....	26
III.5.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente .....	27
III.5.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos .....	28
III.5.4. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal .....	29
Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías. ....	29
Artículo 2.- Para los efectos de esta Ley, se entenderá por: .....	29

c) Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios. ....29

Vinculación al Proyecto: Esta Ley resulta aplicable ya que las estructuras objeto de estudio forman parte fundamental para la realización total de la autopista "Mitla- Tehuantepec", misma que es construida con fondos federales.....29

III.5.5. Plan Estratégico Sectorial "Comunicaciones y Transportes" .....29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1 Unidades Ambientales Biofísicas por estructura. ....5

Tabla III. 2 Estrategias sectoriales con las que se vinculan las 28 estructuras. ....6

Tabla III. 3 Vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).....7

Tabla III. 4 Unidades de Gestión Ambiental en las que se localizan las estructuras.12

Tabla III. 5 Vinculación de las estructuras con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional.....13

Tabla III. 6 Vinculación con Áreas Naturales Protegidas (ANP). ....20

Tabla III. 7 Vinculación de las estructuras objeto de estudio con el Plan Estatal de Desarrollo.....22

Tabla III. 8 Vinculación de las estructuras con el Plan Estratégico Sectorial.....30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III. 1 Ubicación de las estructuras adicionales dentro de las UAB. ....6

Figura III. 2 Ubicación de las estructuras adicionales dentro de las UGA. ....19

Figura III. 3 Distribución de las ANP en el área del SAR y las 28 estructuras. ....21

## **CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APICABLES**

### **III.1. PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO**

En México, el ordenamiento ecológico del territorio tiene fundamento en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), la Ley de Planeación, el Sistema Nacional de Planeación Democrática, la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Humano (LGAH) y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico. Estos instrumentos exigen que el ordenamiento ecológico del territorio se incorpore al plan nacional de desarrollo, a los programas sectoriales y a los planes de desarrollo estatal buscando la congruencia, la corresponsabilidad y la cohesión entre ellos.

#### **III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico, es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural (SEMARNAT, 2016).

De acuerdo con el análisis, delimitación y caracterización del territorio nacional, se han establecido unidades ambientales biofísicas (UAB) que definen una unidad espacial que permite la identificación y aplicación de opciones de manejo de los recursos naturales durante el proceso de planeación de proyectos.

En este sentido, en la Tabla III.1 se muestra que 1 obra temporal y las 20 estructuras adicionales al tramo I se localizan dentro de la UAB 70, mientras que las 7 estructuras restantes, construidas en el tramo III, se localizan en la UAB 101 (Figura III.1).

Tabla III. 1 Unidades Ambientales Biofísicas por estructura.

ID	Estructura	Superficie	UAB
1	Puente Rio grande 555+248	0.393	70
2	PIV 557+260	0.061	
3	PIV 559+800	0.065	
4	PIV 560+765	0.127	
5	PIV 561+040	0.047	
6	PSV 561+540	0.018	
7	Puente el Tigre 562+217	0.242	
8	PIV 563+520	0.03	
9	PSPG 564+000	0.021	
10	PSV 564+256	0.036	
11	PIPR 564+820	0.064	
12	PSPG 564+880	0.012	
13	Puente la Meche 565+725	0.087	
14	PSV 567+200	0.024	
15	PIPG 568+420	0.024	
16	PIV San Bartolo I 569+550	0.048	
17	PIV San Bartolo II 569+900	0.048	
18	PSV San Bartolo III 570+127	0.103	
19	Puente El Horganal 570+800	0.39	
20	PIV 572+944	0.107	
21	*Comedores y vestidores 574+500	0.006	
22	PIV 173+805	0.049	101
23	Puente El Colorado 176+000	0.398	
24	PSV 183+100	0.151	
25	Entronque Jalapa del Marqués 187+000	7.955	
26	Puente 189+270	0.085	
27	Puente 192+506	0.099	
28	PIPG 200+400	0.019	

\*=Obras temporales.



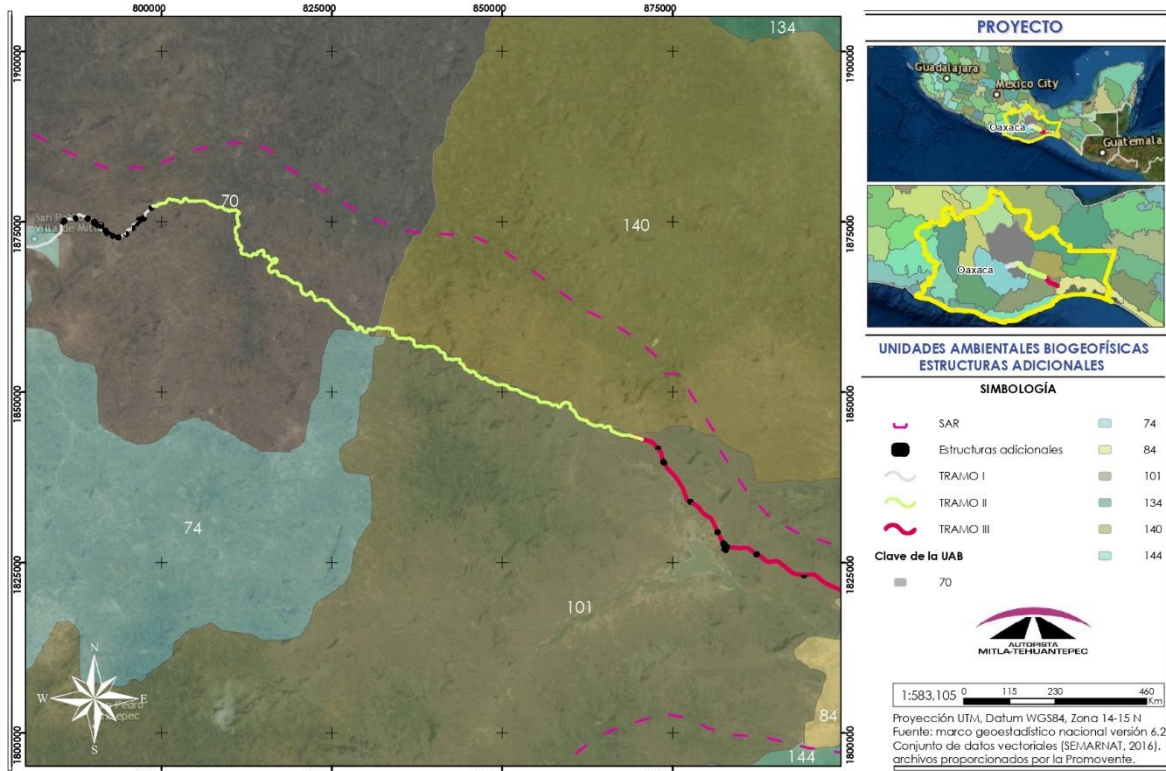


Figura III. 1 Ubicación de las estructuras adicionales dentro de las UAB.

A continuación, se presenta la información correspondiente a cada una de las unidades ambientales biofísicas con las que se vinculan las estructuras adicionales (Tabla III.2).

Tabla III. 2 Estrategias sectoriales con las que se vinculan las 27 estructuras.

Clave región	UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Estrategias sectoriales
17.17	70	Forestal	Agricultura, preservación de flora y fauna	Ganadería, minería, poblacional, turismo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
18.20	101	Forestal Preservación de Flora y Fauna	Poblacional	Agricultura, Ganadería	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 19, 20, 27, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

En la siguiente Tabla se presenta la relación que guardan las estructuras adicionales con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tabla III. 3 Vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Política/ Sector	UAB	Clave	Criterio	Vinculación
Preservación	70 101	1	Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	Para la preservación de los ecosistemas y su biodiversidad, la promotora realiza acciones de vigilancia para evitar el saqueo de flora y fauna.
	70 101	2	Recuperación de especies en riesgo.	El proyecto no tiene como objetivo los programas de recuperación de especies en riesgo.
	70 101	3	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Las estructuras adicionales se encuentran asociadas a la autopista Mitla-Tehuantepec, la cual dentro de su MIA-R presentó el listado de especies de flora y fauna presentes en el área, de igual manera, en el presente estudio, en el capítulo IV se describen los aspectos físicos y biológicos del área.
Aprovechamiento sustentable	70 101	4	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales	El proyecto no contempla actividades de aprovechamiento, por lo que este criterio no es de observancia para el Promotor.
	70 101	5	Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El proyecto no contempla actividades de aprovechamiento, por lo que este criterio no es de observancia para el Promotor.
	70 101	6	Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	El proyecto no contempla actividades de modernización hidroagrícolas, por lo que este criterio no es de observancia para el Promotor.
	70 101	7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto no tiene como objetivo el aprovechamiento de recursos forestales, por lo que este criterio no es de observancia para el Promotor.
	70 101	8	Valoración de los servicios ambientales.	En el presente estudio se hace la evaluación y valoración de los servicios ambientales que se pudieran ver afectados por la operación y mantenimiento de las estructuras adicionales, presentando las medidas a implementar para su prevención, mitigación o compensación.
Protección de los recursos naturales	70	9	Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	No se tiene como objetivo la explotación de acuíferos, por lo que este criterio no es de observancia para el Promotor.
	70	10	Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promotor.

Política/ Sector	UAB	Clave	Criterio	Vinculación
	70	11	Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70 101	12	Protección de los ecosistemas.	El promovente contempla medidas encaminadas a la protección de los ecosistemas.
	70 101	13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El promovente no tiene por objetivo la utilización de agroquímicos, por lo que este criterio no es de observancia para el Promovente.
Restauración	70 101	14	Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El promovente dará seguimiento a las medidas encaminadas para la restauración de las áreas destinadas para tal fin, donde se llevará a cabo actividades de reforestación, así como obras de conservación de suelo y agua.
	70 101	15	Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70 101	15 bis	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
Actividades económicas de producción y servicios	101	19	Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	101	20	Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente.

Política/ Sector	UAB	Clave	Criterio	Vinculación
	70	21	Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70	22	Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70	23	Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos)	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
Suelo urbano y vivienda.	70	24	Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
Zonas de riesgo y prevención de contingencias.	70	25	Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70	26	Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
Agua saneamiento. y	70 101	27	Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70	28	Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70	29	Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
Infraestructura y equipamiento urbano y regional	101	30	Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región	Dado que la presente Manifestación de Impacto Ambiental contempla la operación y el mantenimiento de las estructuras adicionales para mejorar la conectividad de las poblaciones aledañas a la autopista Mitla-Tehuantepec, tiene vinculación con esta estrategia, ya que con las estructuras adicionales se busca garantizar mayor seguridad para los usuarios finales.

Política/ Sector	UAB	Clave	Criterio	Vinculación
Desarrollo social	70 101	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.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70 101	34	Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	Con la operación y el mantenimiento de las estructuras adicionales, se busca interconectar las comunidades rurales con la autopista Mitla-Tehuantepec, lo que contribuirá con la integración del desarrollo nacional.
	70 101	35	Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70 101	36	Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70 101	37	Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70 101	38	Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70 101	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.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.

Política/ Sector	UAB	Clave	Criterio	Vinculación
	70 101	41	Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
Marco jurídico	70 101	42	Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
Planeación del territorio	70 101	43	Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
	70 101	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	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.



### III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO)

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del estado de Oaxaca (POERTEO), tiene por objeto establecer y orientar la política de uso de suelo en función del impacto ambiental que generan las actividades productivas, encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región, además de regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Para alcanzar estos objetivos, se tomaron tres importantes vectores que definen zonas de aptitud en el territorio estatal, estos vectores son: el análisis de compatibilidad e incompatibilidad de planes, programas, proyectos y acciones de gobierno; las áreas prioritarias para restaurar, conservar y proteger; y la aptitud sectorial de los sectores de acuicultura, agrícola, apícola, conservación, ecoturismo, forestal, ganadería, industria, minería, turismo y asentamientos humanos. De acuerdo con este programa, las estructuras adicionales se localizan dentro de las UGA's 004, 012, 016, 017, 042, 054 y 055, las cuales se describen de manera específica en la siguiente tabla (Tabla III.4 y Figura III.2).

Los usos recomendados dentro de las UGAS mencionadas, son forestal, asentamientos humanos, turismo, ecoturismo y apicultura, por lo que en este sentido el presente proyecto se apega a lo recomendado dentro de las gestión de las unidades ambientales.

Tabla III. 4 Unidades de Gestión Ambiental en las que se localizan las estructuras.

Clave	Estatus	Uso recomendado	Uso Condicionado	Sin aptitud
UGA 004	Aprovechamiento Sustentable	Forestal, Apicultura	Industria, Minería, Industria Eólica	Agricultura, Acuicultura, Asentamientos Humanos, Ganadería
UGA 012	Aprovechamiento Sustentable	Asentamientos Humanos, Ecoturismo	Turismo, Minería, Industria, Agricultura	Acuicultura, Forestal, Ganadería, Industria Eólica
UGA 016	Aprovechamiento Sustentable	Turismo, Ecoturismo	Industria, Acuicultura,	Agricultura, Forestal, Ganadería, Industria Eólica, Minería

Clave	Estatus	Uso recomendado	Uso Condicionado	Sin aptitud
			Asentamientos Humanos	
UGA 017	Aprovechamiento Sustentable	Ecoturismo, Turismo	Industria, Apicultura, Minería, Forestal, Industria Eólica	Agricultura, Acuicultura, Asentamientos Humanos, Ganadería
UGA 042	Conservación con aprovechamiento	Forestal, Apicultura	Industria, Minería, Industria Eólica	Agricultura, Acuicultura, Asentamientos Humanos, Ganadería
UGA 054	Protecciones propuestas	Ecoturismo	Forestal, Apicultura, Industria, Industria Eólica, Minería	Agricultura, Acuicultura, Asentamientos Humanos, Ganadería
UGA 055	Protección	Ecoturismo	Forestal, Apicultura.	Agricultura, Acuicultura, Asentamientos Humanos, Ganadería, Industria Eólica, Minería

En la siguiente tabla se presenta la relación que guardan las estructuras adicionales con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Oaxaca.

Tabla III. 5 Vinculación de las estructuras con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional.

Política/Sector	UGA	Clave	Criterio	Vinculación
Protección	55 y 54	C-001	Se deberán elaborar los programas de manejo de aquellas ANPs que aún no cuenten con este instrumento.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad competente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
Protección	55 y 54	C-002	Deberá promoverse la incorporación al SINAP de las ANPs que cumplan con el perfil estipulado por la CONANP, e impulsar que el resto de las ANPs alcancen el cumplimiento de este perfil para su inscripción	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
Protección	55 y 54	C-003	En zonas de manglar y humedales o cercanías a estos a un radio de 1 km, queda prohibida toda alteración que ponga en riesgo a preservación de este, que afecte su flujo hidrológico, zonas de anidación, refugio o que implique cambios en las características propias del ecosistema.	El área del proyecto no se encuentra cercana a zonas de manglar o humedales. Por lo que no se presentará afectación por la operación y mantenimiento de las estructuras.
Protección	55 y 54	C-004	Sólo se permite para fines de autoconsumo la recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas y especímenes no maderables que vayan en concordancia con los usos y costumbres de la población rural e indígena	El promovente no contempla la recolección de hongos para autoconsumo, puesto que no tiene relación con la operación y el mantenimiento de las estructuras adicionales.

Política/Sector	UGA	Clave	Criterio	Vinculación
Protección	55 y 54	C-005	Toda ANP deberá contar con la definición de los polígonos de zonas núcleo y zonas de amortiguamiento, con sus respectivas subzonas	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, por lo que no es de observancia para el Promovente.
Protección	55 y 54	C-006	En las áreas de protección que no cuenten con Plan de Manejo, solo se deberá ejecutar obras para el mantenimiento de la infraestructura ya existente permitiendo la instalación o ampliación de infraestructura básica que cubra las necesidades de los habitantes ya establecidos; en las ANPs que cuenten con plan de Manejo, deberá observarse lo que en este instrumento se establezca al respecto	El área del proyecto no se encuentra cercana a ninguna ANP, por lo que no se presentará afectación a zonas de importancia ecológica por la operación y mantenimiento de las estructuras.
Protección, restauración y conservación	42, 54 y 55	C-007	Queda prohibida la introducción de especies exóticas, salvo en casos en que dichas especies sirvan como medida del restablecimiento del equilibrio biológico en el ecosistema y no compitan con la biodiversidad local.	La promovente no tiene como objetivo la introducción de especies exóticas, toda vez que se contempla la operación y mantenimiento de estructuras adicionales al proyecto autopista Mitla-Tehuantepec.
Protección, restauración y conservación	55	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	La promovente dará seguimiento a las medidas encaminadas para la restauración de las áreas destinadas para tal fin, donde se llevará a cabo actividades de reforestación, así como obras de conservación de suelo y agua.
Protección, restauración y conservación	55	C-009	La colecta y extracción de flora, fauna, hongos, minerales y otros recursos naturales o productos generados por estos con cualquier fin, únicamente será posible con el permiso previamente otorgado por la autoridad de medio ambiente y ecología del estado	La operación y el mantenimiento de las estructuras adicionales no tienen como objetivo la colecta o extracción de ningún tipo de recursos naturales, por lo que este criterio no es de observancia para la Promovente.
Protección, restauración y conservación	42, 54 y 55	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.	La operación de estructuras adicionales, como lo son puentes, no altera los cauces y flujos de ríos y arroyos.

Política/Sector	UGA	Clave	Criterio	Vinculación
Restauración, conservación	42	C-012	Las actividades productivas y recreativas deberán realizarse fuera de las zonas de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre.	La Promovente no tiene como objetivo ninguna actividad productiva ni recreativa dentro de alguna zona de anidación, reproducción y de alimentación para la fauna silvestre, por lo que este criterio no es de observancia.
Restauración, conservación Transversal	04, 12, 16, 17, 42, 54 y 55	C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	Ninguna de las estructuras adicionales se realizará sobre zonas riparias, por lo que este criterio no es de observancia para la Promovente.
Transversal	4, 12, 16, 17, 42, 54 y 55	C-014	No se permiten 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	La operación y el mantenimiento de las estructuras adicionales no tienen como objetivo la modificación o impacto en algún cauce o flujo, por lo que este criterio no es de observancia para la Promovente.
Transversal	04, 12, 16, 17, 42, 54 y 55	C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m	Ninguna de las estructuras adicionales se encuentra sobre zonas riparias, por lo que este criterio no es de observancia para el Promovente.
Transversal varios	04, 17, 54 y 55	C-016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	El proyecto al que se adicionan las estructuras, no se ubica cercano a ninguna costa, por lo que este criterio no es de observancia para la Promovente.
Transversal	04, 12, 16, 17, 42, 54 y 55	C-017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente.
Todas-Acuícola	16	C-019	En los cuerpos de agua naturales, solo se permite la actividad acuícola con especies nativas.	La Promovente no tiene como objetivo realizar actividades acuícolas, por lo que este criterio no

Política/Sector	UGA	Clave	Criterio	Vinculación
				es de observancia para el proyecto.
Todas-Acuícola	16	C-020	Se deberán tratar las aguas residuales que sean vertidas en cuerpos de aguas que bastecen o son utilizados por actividades acuícolas	Para la etapa de operación y mantenimiento no se tiene previsto generar aguas residuales, por lo que el criterio no es de observancia para el promovente.
Todas-AH	12 y 16	C-023	Se prohíbe la construcción de desarrollos habitacionales en zonas con mantos acuíferos sobreexplotados, así como cerca de esteros y antiguos brazos o lechos secos de arroyos.	La promovente no tiene como objetivo la construcción de desarrollos habitacionales, por lo que este criterio no es de observancia.
Todas-AH	12 y 16	C-024	Los desarrollos habitacionales deberán establecerse a una distancia mínima de 5km de industrias con desechos peligrosos.	La promovente no tiene como objetivo la construcción de desarrollos habitacionales, por lo que este criterio no es de observancia.
Todas-AH	12 y 16	C-025	Se deberá tratar el agua residual de todas las localidades con más de 2500 habitantes de acuerdo al censo de población actual, mientras que, en las localidades con población menor a esta cifra, se buscará la incorporación de infraestructura adecuada para el correcto manejo de dichas aguas.	La promovente no tiene como objetivo tratar las aguas residuales, por lo que este criterio no es de observancia.
Todas-AH	12 y 16	C-026	Todos los asentamientos humanos, viviendas, establecimientos comerciales, industriales y de servicios, en tanto no cuenten con sistema de drenaje sanitario deberán conducir sus aguas residuales hacia fosas sépticas que cumplan con los requisitos previstos en las disposiciones legales en la materia. Para asentamientos rurales dispersos, deberán usar tecnologías alternativas que cumplan con la normatividad ambiental aplicable.	Para la etapa de operación y mantenimiento no se tiene previsto generar aguas residuales, por lo que el criterio no es de observancia.

Política/Sector	UGA	Clave	Criterio	Vinculación
Todas-AH	12 y 16	C-027	No se podrán establecer desarrollos habitacionales en acuíferos sobreexplotados	La promovente no tiene como objetivo establecer desarrollos habitacionales, por lo que el criterio no es de observancia.
Todas-AH	12 y 16	C-028	Queda prohibido el establecimiento de asentamientos humanos dentro de tiraderos, rellenos sanitarios y todo lugar que contenga desechos sólidos urbanos.	La promovente no tiene como objetivo establecer asentamientos humanos, por lo que este criterio no es de observancia.
Todas-AH, minería, industria, turismo	04,12, 16,17, 42 y 54	C-029	Se prohíbe 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.	Los materiales resultantes de las actividades de mantenimiento se realizarán en sitios autorizados de acuerdo con la logística de la autopista Mitla-Tehuantepec.
Todas- AH, turismo	12, 16 y 17	C-031	Toda construcción realizada en zonas de alto riesgo determinadas en este ordenamiento, deberá cumplir con los criterios establecidos por Protección civil.	La promovente no tiene como objetivo construir en zonas de alto riesgo, por lo que este criterio no es de observancia.
Todas- AH, turismo	12, 16 y 17	C-032	En zonas de alto riesgo, principalmente donde exista la intersección de riesgos de deslizamientos e inundación (ver mapas de riesgos) queda prohibida la construcción de desarrollos habitacionales o turísticos.	La promovente no tiene como objetivo construir en zonas de alto riesgo, por lo que este criterio no es de observancia.
Todas-AH, turismo, ecoturismo, industria	04,12, 16, 17, 42 y 54	C-033	Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural (ver mapa de riesgos de inundación del POERTEO).	La operación y mantenimiento de las estructuras adicionales contempladas no alteran los flujos hidrológicos. Fueron construidas considerando criterios técnicos e hidrológicos para respetar los cauces naturales.
Todas-Apícola	04, 17, 42 y 55	C-034	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	La promovente no tiene como objetivo la implementación de apiarios por lo que este criterio no es de observancia.



Política/Sector	UGA	Clave	Criterio	Vinculación
Todas-Apícola	04, 17, 42 y 55	C-035	No se utilizarán repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	El desarrollo de las actividades no tiene como objetivo la implementación de apiarios por lo que este criterio no es de observancia para el Promovente.
Todas-Apícola	04, 17, 42, 54 y 55	C-036	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, se prohíbe la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel.	El desarrollo de las actividades no tiene como objetivo la implementación de apiarios por lo que este criterio no es de observancia para el Promovente.
Conservación -Forestal	42	C-038	Se deberá realizar un programa de manejo forestal en aquellos predios destinados al aprovechamiento de dicho sector, con sus respectivas medidas de saneamiento y reforestación.	El desarrollo de las actividades no tiene como objetivo el aprovechamiento forestal por lo que este criterio no es de observancia para el Promovente.
Todas-Forestal	04, 17, 42, 54 y 55	C-039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	Este criterio resulta de observancia para la autoridad correspondiente, además de que la presente solicitud, no contempla la explotación de productos biológicos maderables, por lo que no es de observancia para el Promovente.
Todas-Industria	04, 12, 16, 17, 42 y 54	C-045	Solo se permitirá el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos a una distancia mínima de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población	La promotora no tiene por objetivo el manejo, transporte o disposición final de residuos peligrosos, por lo que este criterio no es de observancia.
Todas-Industria	04, 12, 16, 17, 42 y 54	C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	Se contemplan medidas de prevención encaminadas a prevenir la contaminación de suelos por residuos.
Todas-Industria (energía alternativa)	40, 17, 42 y 52	C-047	Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de	La presente solicitud, no tiene por objetivo la implementación de aerogeneradores, por lo

Política/Sector	UGA	Clave	Criterio	Vinculación
			generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno.	que este criterio no es de observancia para la Promovente.
Aprovechamiento-Minería	04, 12	C-048	Sólo se deberán otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento	La presente MIA-R no comprende la actividad minera ni el uso de explosivos.

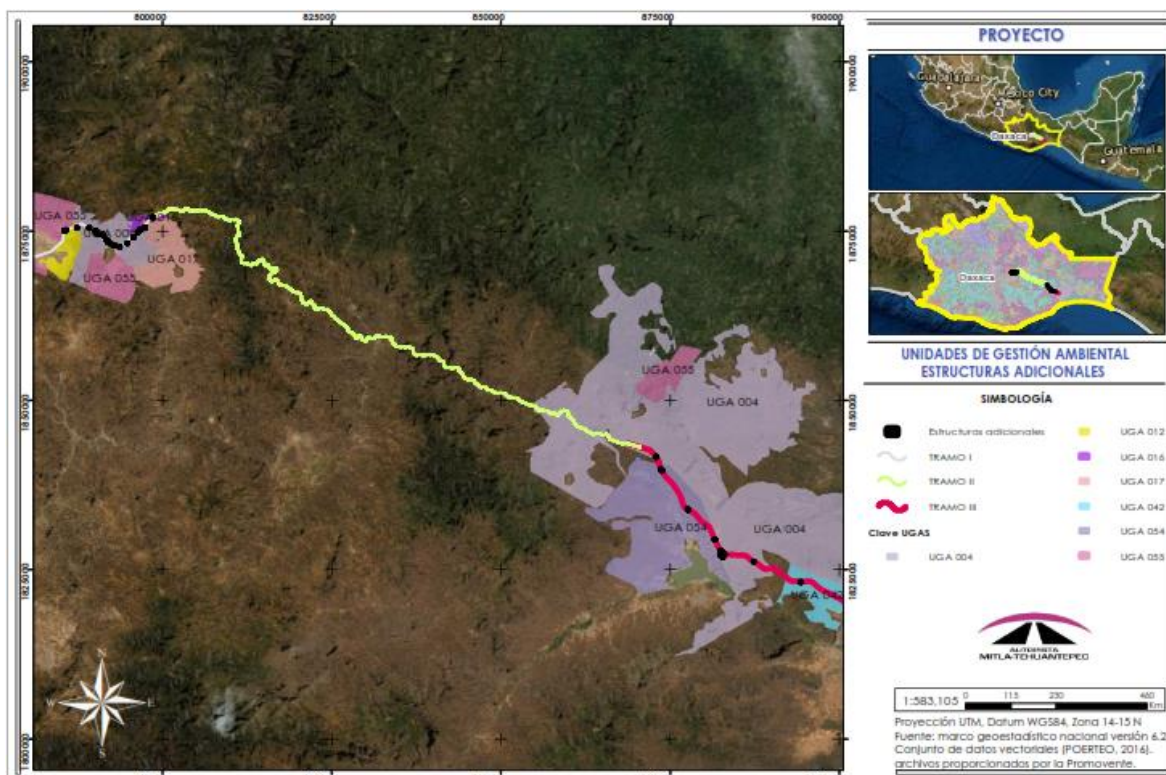


Figura III. 2 Ubicación de las estructuras adicionales dentro de las UGA.

El programa de ordenamiento ecológico busca un equilibrio entre las actividades productivas, antropogénicas y la protección de los recursos, es decir un desarrollo sustentable. En este sentido, la operación y el mantenimiento de las estructuras adicionales objeto de estudio, que forman parte del proyecto Mitla-Tehuantepec, no contravienen lo establecido en el POERTEO, toda vez que se contempla la aplicación de medidas que ayuden a mitigar la afectación al medio ambiente, como resultado de las actividades de operación y mantenimiento de las estructuras adicionales ubicadas en los Tramos I y III.

### III.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

De acuerdo con la cartografía de las Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales, Comunitarias y Privadas de México, elaborada por CONABIO (2001), dentro del SAR se ubican áreas naturales protegidas tanto Federales como Estatales, entre las que destacan el Parque Nacional Benito Juárez, el Parque Nacional Lagunas de Chacahua y la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. Es importante destacar que, las obras adicionales ubicadas en los tramos I y III no se encuentran inmersas en ninguna ANP de carácter Federal, Estatal o Municipal, no obstante, con fines de representativos, en la Tabla III.6 se presentan las más cercanas.

Tabla III. 6 Vinculación con Áreas Naturales Protegidas (ANP).

ANP	Nombre	Decreto	Programa de manejo	Distancia entre el ANP y Estructuras
FEDERALES	Parque Nacional Benito Juárez	Diario Oficial de la Federación (2013, 27 diciembre)	Programa de manejo. Parque Nacional Benito Juárez, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Natural	38.46 km
	Parque Nacional Lagunas de Chacahua	Diario Oficial de la Federación (2013, 11 noviembre)	Programa de manejo. Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Natural	12.22 km
	Área Natural Protegida Monumento Natural Yagul	Diario Oficial de la Federación (2012, 27 noviembre)	Programa de manejo. Monumento Natural Yagul, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Natural	169.05 km
	Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán	Diario Oficial de la Federación (1998, 18 de septiembre)	Programa de manejo Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Natural	79.77 km
ESTATALES	Zona de Reserva Ecológica El Fortín, Cruz Blanca y Cerro del Crestón	Diario Oficial del Estado de Oaxaca (2004, 30 octubre)	Programa de manejo. Parque Estatal Cerro del Fortín, Oaxaca. Instituto de Ecología de Oaxaca	46.36 km
	Parque Estatal Hierve el Agua	Diario Oficial del Estado de Oaxaca (1997, 06 diciembre)	No cuenta con programa de manejo	0.9 km

Tal como se aprecia en la Tabla anterior, las actividades de operación y mantenimiento de las estructuras adicionales objeto de estudio, no alteran ni

afectan alguna área natural protegida de competencias estatal o federal ubicadas en el estado de Oaxaca, debido a que la ubicación de las obras no interviene dentro del territorio establecido para las ANP; por lo tanto, el proyecto no contraviene el manejo de las áreas naturales protegidas del territorio mexicano.

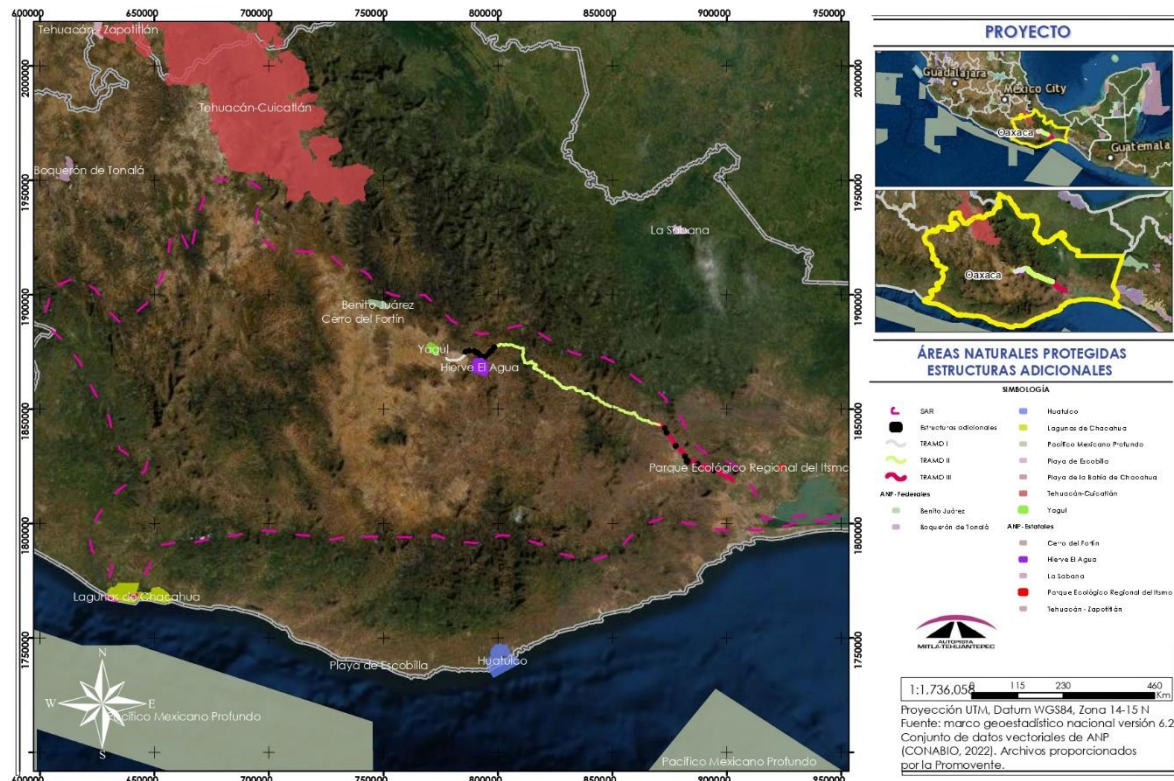


Figura III. 3 Distribución de las ANP en el área del SAR y las 28 estructuras.

### III.3. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES (PDU)

#### III.3.1. Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 del Estado de Oaxaca

El Plan Estatal de Desarrollo (PED, 2016-2022) es el instrumento rector de la planeación del Gobierno a largo, mediano y corto plazo. 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:



- I) **Oaxaca incluyente con desarrollo social** el cual busca a través de sus objetivos, estrategias y líneas de acción poder incidir en la reducción de aquellas carencias que impiden a la población poder gozar plenamente de sus derechos sociales y disfrutar de una vida justa, plena y con calidad.
- II) **Oaxaca moderno y transparente** que busca tener un estado fuerte, honesto, de principios y valores, cohesionado y competitivo, para ello, Oaxaca busca modernizar la Administración Pública Estatal, innovando sus estructuras y funciones con un enfoque estratégico orientado al logro de resultados.
- 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 el crecimiento económico y social de la población, vinculada al manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales, igual que la posibilidad de generar energías limpias.

En la siguiente Tabla, se presentan las líneas de acción con las que se vinculan las obras adicionales al proyecto con relación al Eje Rector I "Oaxaca incluyente con desarrollo social" y IV "Oaxaca productivo e innovador."

Tabla III. 7 Vinculación de las estructuras objeto de estudio con el Plan Estatal de Desarrollo.

Eje rector	Sector específico	Línea de acción	Vinculación
I	1.2 Salud	Toda persona debe tener acceso efectivo y de calidad a los servicios de salud	Las estructuras objeto de estudio forman parte de la infraestructura vial de la autopista Mitla-Tehuantepec, la cual permitirá a los pobladores de las distintas comunidades por las que atraviesa dicha autopista acceder de manera más rápida a los servicios de salud, que se encuentran en la capital del estado

Eje rector	Sector específico	Línea de acción	Vinculación
	1.5 Inclusión económica	Propiciar y conservar el empleo, elevar el nivel de ingreso y mejorar su distribución	La operación y mantenimiento de las estructuras adicionales a evaluar generan fuentes de empleo locales.
	1.3 Turismo	Aplicar programas de modernización de carreteras para facilitar la conectividad en localidades turísticas del estado.	Las estructuras adicionales objeto de estudio pretenden mejorar la infraestructura vial de la autopista Mitla-Tehuantepec, optimizando la conectividad de las localidades.
	1.2 comunicaciones y transportes	Incrementar la r carretera del estado privilegiando la conectividad como factor de desarrollo, fortaleciendo la competitividad territorial.	Las estructuras adicionales objeto de estudio, favorecerán la conectividad de la red carretera, fortaleciendo la competitividad territorial de la región del Istmo con Valles Centrales.
		Conservar, reconstruir la infraestructura carretera estatal.	Las estructuras adicionales objeto de estudio, pretenden mejorar la infraestructura carretera de la autopista Mitla-Tehuantepec.
		Constituir las comunicaciones y transportes en elementos económicos.	Oaxaca se encuentra en la penúltima posición en los índices de competitividad nacional, uno de los principales factores son los bajos niveles de servicios y acceso a mercados, considerando que las condiciones de comunicación y transporte presentan, en general, niveles de infraestructura mínimos o nulos.
	IV	4.5 Impulso a la economía y zonas económicas especiales	La zona Económica Especial en el Istmo de Tehuantepec se convertirá en un punto estratégico para el país, debido a la unión del Golfo de México con el Océano Pacífico mediante carreteras y una red ferroviaria, que servirán para disparar el desarrollo de todo el sureste mexicano.



Eje rector	Sector específico	Línea de acción	Vinculación
			ágil a esta región.

Con base en la revisión y análisis del "Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022" se puede determinar que la operación y mantenimiento de las estructuras adicionales son viables, ya que el uso de suelo establecido no es incompatible con dichas estructuras y actividades que se plantean, dado que estas tendrán como resultado final favorecer la comunicación entre las comunidades rurales y urbanas, brindar continuidad al transporte público y/o privado con el objetivo de disminuir tiempos entre recorridos carreteros y favorecer el comercio, turismo así como el crecimiento de la región.

### III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

#### III.4.1. NOM-086-SCT2-2015. Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales.

La Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2015 establece: "Se contemplan los señalamientos horizontal, vertical y los dispositivos de seguridad en zonas de obras viales, que se colocan provisionalmente para guiar al tránsito y resguardar la integridad física de los usuarios de las carreteras y vialidades urbanas [...] se integra mediante marcas en el pavimento y en las estructuras adyacentes, así como tableros con símbolos, pictogramas y leyendas, complementándose con dispositivos de protección, constituyendo un sistema que tiene por objeto delinear las características geométricas de esas vías públicas."

**Vinculación al Proyecto:** La promovente se asegura que existan los señalamientos contemplados en esta Norma en los tramos carreteros donde se encuentran las estructuras objeto de estudio, así mismo, los señalamientos cumplen con la característica de ser uniformes con los del resto del territorio nacional con el propósito de facilitar que los usuarios comprendan las indicaciones que transmiten con relación a su seguridad, para disminuir la ocurrencia de accidentes.

### **III.4.2. NOM-037-SCT2-2020. Barreras de protección en carreteras y vías urbanas.**

El objetivo de la NOM-037-SCT2-2020 establece: "Contemplar las barreras de protección separadoras de sentidos de circulación y de orilla de corona, incluidos los parapetos de puentes, que se colocan para contener y redireccionar a los vehículos que por alguna circunstancia abandonen el arroyo vial, así como establecer la designación, definición y utilización de los diversos elementos que conforman dichas barreras, con el fin de resguardar la integridad física de los usuarios de las carreteras y vías urbanas."

**Vinculación al Proyecto:** Dentro de las estructuras objeto de estudio se tiene contemplados un total de siete puentes, los cuales cuentan con los parapetos que establece la NOM en cuestión.

### **III.4.3. NOM-041-SEMARNAT-2015. Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.**

La NOM-041-SEMARNAT-2015 establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

**Vinculación al Proyecto:** Dentro del mantenimiento que se tiene previsto para las estructuras adicionales que forman parte de la autopista Mitla-Tehuantepec, se plantea el uso de vehículos que usan gasolina como combustible, para actividades de rutina tales como: Limpieza de alcantarillas, zanjas, salidas de los puentes y

repintado de señalización horizontal. Por lo que estos vehículos están apegados a los parámetros que establece la NOM-041-SEMARNAT-2015, así mismo se contempla que lo usuarios de la autopista Mitla-Tehuantepec, proyecto al cual pertenecen las estructuras adicionales objeto de estudio, utilizarán vehículos que usan gasolina como combustible.

#### **III.4.4. NOM-045-SEMARNAT-1996. Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan Diesel o mezclas que incluyan Diesel como combustible.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan Diesel o mezclas que incluyan Diesel como combustible y es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados vehículos.

Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores Diesel utilizada en las industrias de la construcción, minera y de actividades agrícolas.

**Vinculación al Proyecto:** Dentro del mantenimiento que se tiene previsto para las estructuras adicionales que forman parte de la autopista Mitla-Tehuantepec, se plantea el uso de vehículos que usan Diesel como combustible, de igual modo se contempla que lo usuarios de la autopista Mitla-Tehuantepec, proyecto al cual pertenecen las estructuras adicionales objeto de estudio, utilizarán vehículos que usan Diesel como combustible

### **III.5. OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR**

#### **III.5.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

En relación a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la operación y el mantenimiento de las estructuras adicionales al proyecto Mitla-Tehuantepec, da cumplimiento al Artículo 2 Inciso B, Fracción VI que indica “establecer la red de comunicaciones que permita la integración de las comunidades, mediante la

construcción y ampliación de vías de comunicación [...] establecer las condiciones para que los pueblos y las comunidades indígenas puedan adquirir, operar y administrar medios de comunicación, en los términos que las leyes de materia determinen.”

**Vinculación al Proyecto:** Considerando la naturaleza de las estructuras adicionales, se prevé que la operación y mantenimiento de estas, se encuentra en concordancia con lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, toda vez que forman parte del proyecto denominado “Mitla Tehuantepec”. Además, con la implementación de tales estructuras se facilitará la operación de la Autopista, con lo cual se beneficiará la comunicación entre los municipios con la capital del Estado, disminuyendo los tiempos para el traslado habitual y comercial.

### **III.5.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

En relación a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2021) se encuentran los siguientes Artículos:

**Artículo 5.-** Son facultades de la Federación: Fracción X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

**Artículo 28.-** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.

- I. Obras hidráulicas, **vías generales de comunicación**, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos...

**Vinculación al Proyecto:** En cumplimiento al Artículo 28, todas las estructuras adicionales se encuentran sobre el eje carretero, por lo que 5.817 ha se encuentran dentro del derecho de vía (DDV) autorizado mediante resolutive de impacto ambiental No S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03. Y, el presente estudio tiene como objetivo regularizar el estatus legal en materia ambiental de las obras adicionales mediante la presentación de la MIA-R, Autopista Mitla-Tehuantepec, Etapa de Operación y Mantenimiento.

**Artículo 30.-** “Para obtener la autorización a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente”.

**Vinculación al Proyecto:** La mayoría de la superficie de las estructuras adicionales se encuentra dentro del DDV autorizado. Sin embargo, se aplicarán medidas preventivas, de mitigación y de compensación para reducir los efectos negativos al ambiente por la operación y mantenimiento de las estructuras objeto de estudio. Adicionalmente, en el presente estudio se presenta la información correspondiente para obtener la autorización en materia de impacto ambiental de las obras adicionales para la etapa de operación y mantenimiento.

### **III.5.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos**

**Artículo 1.** La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo

especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

**Artículo 19.-** Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

**VII.** Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

**Vinculación al Proyecto:** La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, resulta aplicable puesto que, en apego al Artículo 1, la Promovente regula la gestión de los residuos durante las actividades de mantenimiento tomando en cuenta las consideraciones estipuladas en la Ley, toda vez que se generan desechos que se encuentran dentro de la clasificación de residuos de manejo especial de acuerdo con el Artículo 19 de la misma Ley.

#### **III.5.4. Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal**

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

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

**c)** Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios.

**Vinculación al Proyecto:** Esta Ley resulta aplicable ya que las estructuras objeto de estudio forman parte fundamental para la realización total de la autopista "Mitla-Tehuantepec", misma que es construida con fondos federales.

#### **III.5.5. Plan Estratégico Sectorial "Comunicaciones y Transportes"**

El Plan Estratégico Sectorial de Comunicaciones y Transportes, 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.

Dentro de los objetivos generales que presenta dicho Plan, se tienen aquellos encaminados a la reanudación del crecimiento de la economía del Estado a través de una adaptación de la oferta de transporte a la necesidad de trasladar su producción con costes de transporte competitivos y coordinar la planificación del transporte con la planificación del desarrollo económico y social, en los niveles sectoriales y regionales; objetivos que se encuentran en apego a la continuidad de la construcción de la Autopista. En la tabla siguiente se muestra el Programa del Plan Estratégico con el cual se vinculan las estructuras adicionales al proyecto Mitla-Tehuantepec:

Tabla III. 8 Vinculación de las estructuras con el Plan Estratégico Sectorial.

Programa	Objetivo	Estrategias	Vinculación
Ampliación y mejora de carreteras alimentadoras	Mejorar la red de carreteras alimentadoras y puentes del estado de Oaxaca para facilitar la integración de mercados y el acceso a servicios.	2.1 Ampliar las carreteras alimentadoras.	Las estructuras adicionales ampliarán la red de infraestructura estatal para mantener la mejorar conectividad, con mejores especificaciones técnicas, lo que permitirá a los usuarios un ahorro en tiempo al transitar por dicha red.
		2.2 Mejorar las carreteras alimentadoras.	
		2.3 Conservar y edificar puentes vehiculares en carreteras alimentadoras	

Es importante recalcar que, el Plan Estratégico Sectorial, contempla la continuidad de los proyectos estratégicos prioritarios, entre los que destaca la terminación de la autopista Mitla-Tehuantepec, por lo que las estructuras adicionales son viables y vinculantes con el Plan Estratégico de Comunicaciones y Transportes.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD REGIONAL**  
**AUTOPISTA MITLA TEHUANTEPEC, ETAPA DE**  
**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

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

## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN .....	5
IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto .....	5
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional.....	8
IV.2.1 Medio abiótico.....	8
IV.2.2 Medio biótico .....	49
IV.2.3 Flora silvestre .....	52
IV.2.4 Fauna silvestre .....	57
IV.2.5 Medio socioeconómico.....	61
IV.2.6 Paisaje.....	64
IV.3 Diagnóstico ambiental.....	78
IV.3.1 Estado de conservación del SAR.....	79
IV.3.2 Áreas vulnerables a impactos ambientales.....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1 Tipos de climas en el área del SAR. ....	9
Tabla IV. 2 Valores de precipitación máxima en el área del SAR. ....	12
Tabla IV. 3 Valores de temperatura mínima en el área del SAR. ....	12
Tabla IV. 4 Valores de temperatura promedio en el área del SAR. ....	13
Tabla IV. 5 Valores de temperatura máxima en el área del SAR. ....	13
Tabla IV. 6 Escala de Saffir-Simpson (1969). ....	16
Tabla IV. 7 Registro histórico de ciclones tropicales en el área del SAR.....	16
Tabla IV. 8 Riesgo por sequías. ....	18
Tabla IV. 9 Tipos de rocas en el área del SAR.....	20
Tabla IV. 10 Tipos de suelos en el área del SAR. ....	24
Tabla IV. 11 Tipos de erosión en el área del SAR.....	29
Tabla IV. 12 Erosión eólica en el SAR en el escenario original.....	31
Tabla IV. 13 Erosión hídrica en el área del SAR para el escenario original. ....	33
Tabla IV. 14 Tipos de degradación del suelo en el área del SAR. ....	35
Tabla IV. 15 Provincias fisiográficas en el área del SAR.....	38
Tabla IV. 16 Subprovincias fisiográficas en el área del SAR.....	39

Tabla IV. 17 Sistemas de topofomas en el área del SAR.....	41
Tabla IV. 18 Ejes, fallas y fracturas en el área del SAR. ....	43
Tabla IV. 19 RH en el área del SAR. ....	44
Tabla IV. 20 Cuencas hidrológicas en el área del SAR. ....	45
Tabla IV. 21 Principales ríos en el área del SAR.....	46
Tabla IV. 22 Disponibilidad de acuíferos en el área del SAR. ....	48
Tabla IV. 23 USyV en el área del SAR. ....	50
Tabla IV. 24 Lista de especies de flora silvestre en el área circundante a las obras. .....	54
Tabla IV. 25 Coordenadas de la zona delimitada para la búsqueda de información de especies de fauna en GBIF para el SA, en UTM WGS84 Zona 14 y Zona 15.....	57
Tabla IV. 26 Listado de especies de fauna silvestre.....	59
Tabla IV. 27 Población por cada uno de los municipios.....	61
Tabla IV. 28 Población en los diferentes niveles educativos. ....	62
Tabla IV. 29 Indicadores de valor ambiental.....	79
Tabla IV. 30. Indicadores de valor económico. ....	79
Tabla IV. 31. Indicadores de riesgos y amenazas. ....	80
Tabla IV. 32. Valor de indicadores.....	80
Tabla IV. 33. Jerarquización de valores. ....	80
Tabla IV. 34 Estado de conservación del SAR. ....	84
Tabla IV. 35 Humedales (CONAGUA, 2020). ....	85
Tabla IV. 36 Sitios RAMSAR (CONANP, 2016). ....	86
Tabla IV. 37 Áreas con vegetación amenazada de Bosque Mesófilo de Montaña. .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV. 1 Regiones hidrológicas que abarcan el proyecto.....	6
Figura IV. 2 Cuencas hidrológicas, corrientes intermitentes y perennes. ....	6
Figura IV. 3 Grados de elevación en el área de las cuencas hidrológicas.....	7
Figura IV. 4 Diversos USyV en el área seleccionada por tipos de elevación. ....	7
Figura IV. 5 Área delimitada del SAR. ....	8
Figura IV. 6 Tipos de climas en el área del SAR. ....	11
Figura IV. 7 Climograma de las estaciones 20366, 20382 y 20277. ....	14
Figura IV. 8 Zonas en peligro de inundaciones.....	15
Figura IV. 9 Registro de ciclones tropicales en el área del SAR. ....	17
Figura IV. 10 Riesgo por sequías. ....	18
Figura IV. 11 Tipos de rocas en el área del SAR.....	22
Figura IV. 12. Tipos de suelos en el área del SAR. ....	27
Figura IV. 13. Tipos de erosión en el área del SAR.....	30
Figura IV. 14 Degradación del suelo en el área del SAR. ....	37

Figura IV. 15 Provincias fisiográficas en el área del SAR.....	39
Figura IV. 16 Subprovincias fisiográficas en el área del SAR.....	40
Figura IV. 17. Sistemas de topofomas en el área del SAR.....	42
Figura IV. 18 Ejes, fallas y fracturas en el área del SAR. ....	43
Figura IV. 19 RH en el área del SAR. ....	44
Figura IV. 20 Cuencas hidrológicas en el área del SAR. ....	46
Figura IV. 21 Principales ríos en el área del SAR.....	47
Figura IV. 22 Disponibilidad de acuíferos en el área del SAR. ....	49
Figura IV. 23 USyV en el área del SAR. ....	52
Figura IV. 24. Modelo de Elevaciones del Sistema Ambiental Regional.....	65
Figura IV. 25. Unidades de paisaje determinadas en el SAR. ....	65
Figura IV. 26. Unidad de paisaje 1 Elementos Bióticos. ....	66
Figura IV. 27. Unidad de paisaje 1 Elementos Abióticos. ....	67
Figura IV. 28. Unidad de paisaje 1 Elementos Antrópicos.....	67
Figura IV. 29. Unidad de paisaje 2 Elementos Bióticos. ....	68
Figura IV. 30. Unidad de paisaje 2 Elementos Abióticos. ....	69
Figura IV. 31. Unidad de paisaje 2 Elementos Antrópicos.....	69
Figura IV. 32. Unidad de paisaje 3 Elementos Bióticos. ....	70
Figura IV. 33. Unidad de paisaje 3 Elementos Abióticos. ....	71
Figura IV. 34. Unidad de paisaje 3 Elementos Antrópicos.....	71
Figura IV. 35. Unidad de paisaje 4 Elementos Bióticos. ....	72
Figura IV. 36. Unidad de paisaje 4 Elementos Abióticos. ....	73
Figura IV. 37. Unidad de paisaje 4 Elementos Antrópicos.....	73
Figura IV. 38. Unidad de paisaje 5 Elementos Bióticos. ....	74
Figura IV. 39. Unidad de paisaje 5 Elementos Abióticos. ....	75
Figura IV. 40. Unidad de paisaje 5 Elementos Antrópicos.....	75
Figura IV. 41 Humedales en el área del SAR.....	86
Figura IV. 42 Áreas con vegetación amenazada de Bosque Mesófilo de Montaña. .....	87

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

### **IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto**

El proceso para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) se llevó a cabo en primera instancia localizando el trazo del proyecto con ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando el software ArcMap 10.3 e imágenes satelitales de Google Earth. Aunado a esto, se realizó sobreposición de capas vectoriales disponibles del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Una vez estandarizada la cartografía a una proyección UTM (Universal Transversal de Mercator) del área de estudio se procedió a acotar la superficie del SAR, considerando los datos vectoriales de:

- a) Regiones Hidrológicas (RH), catálogo de metadatos geográficos, escala 1:250,000, CONAGUA (2009).
- b) Cuencas Hidrológicas, catálogo de metadatos geográficos, escala 1:250,000, CONAGUA (2020)
- c) Continuo de elevaciones del estado de Oaxaca, conjuntos de datos vectoriales de información topográfica, escala 1:250 000 por entidad federativa, serie VI, INEGI (2019).
- d) Uso del Suelo y Vegetación (USyV), conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación, escala 1:1,000,000 serie II (continuo Nacional), INEGI (2003).

Considerando que las RH están conformadas en función de sus características morfológicas, orográficas, hidrológicas y definidas a partir de grandes parteaguas. Se tomaron en cuenta aquellas en las que se encuentran inmersas



las estructuras adicionales al proyecto (Tramo I y III), dando como resultado, que se ubican dentro de la Costa Chica de Guerrero y Tehuantepec (Figura IV. 1).

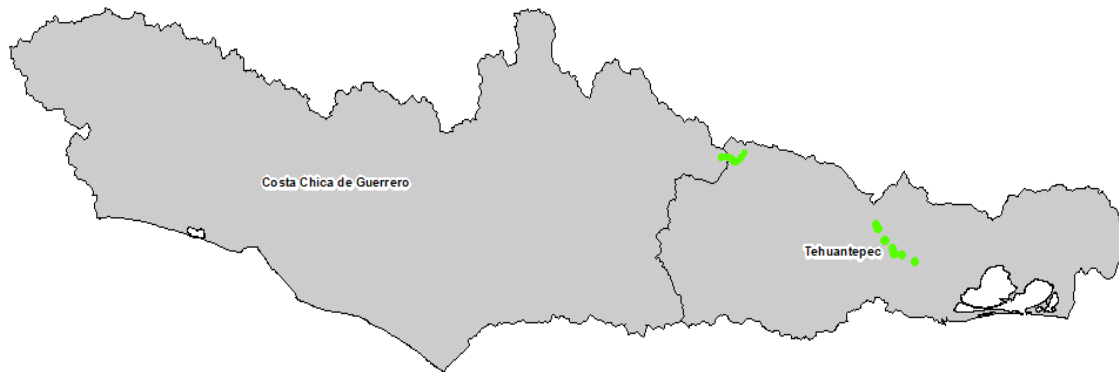


Figura IV. 1 Regiones hidrológicas que abarcan el proyecto.

Aunado a lo anterior, dado que las cuencas hidrológicas son territorios que se encuentran definidos naturalmente donde los procesos socioecológicos están ligados entre sí, se seleccionaron únicamente las cuencas hidrológicas pertenecientes a la RH Tehuantepec y RH Costa Chica de Guerrero en las que el proyecto se encuentra inmerso, tomando en cuenta los principales ríos que las atraviesan, así como las corrientes perennes e intermitentes.

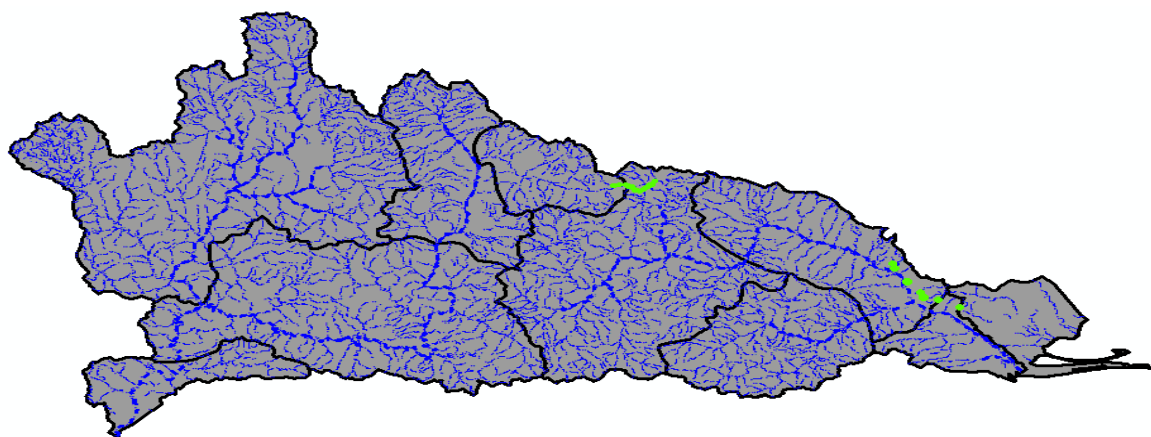


Figura IV. 2 Cuencas hidrológicas, corrientes intermitentes y perennes.

De igual forma, se consideraron las curvas a nivel con el objetivo de observar los grados de elevación, pendientes del terreno, crestas, valles, entre otros que

permitieran conocer las áreas similares del proyecto con su área de influencia. De igual manera se seleccionó la capa de USyV con el objetivo de determinar las diferentes actividades y comunidades vegetales que tienen presencia en el proyecto y su distribución o alcance en las cuencas hidrológicas, con la finalidad de tener parámetros comparativos para el análisis del proyecto respecto del SAR (Figura IV. 3 y Figura IV. 4).

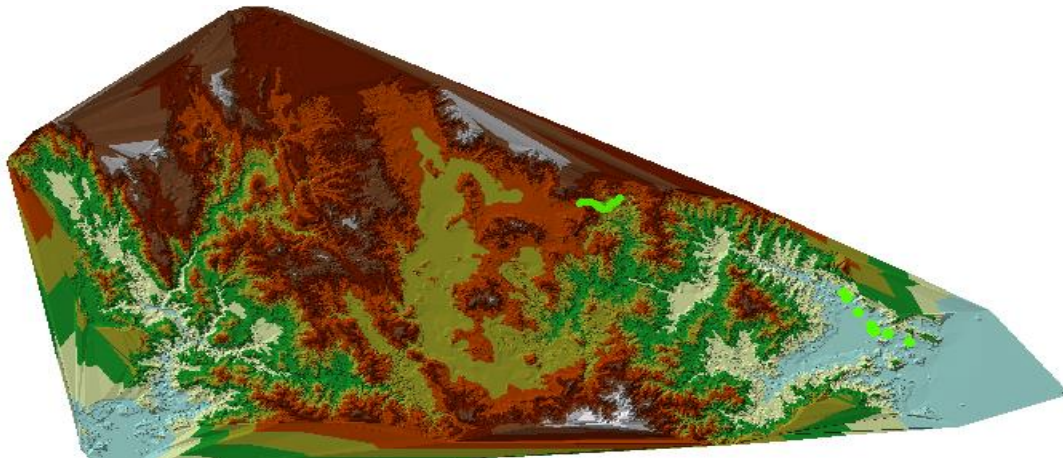


Figura IV. 3 Grados de elevación en el área de las cuencas hidrológicas.

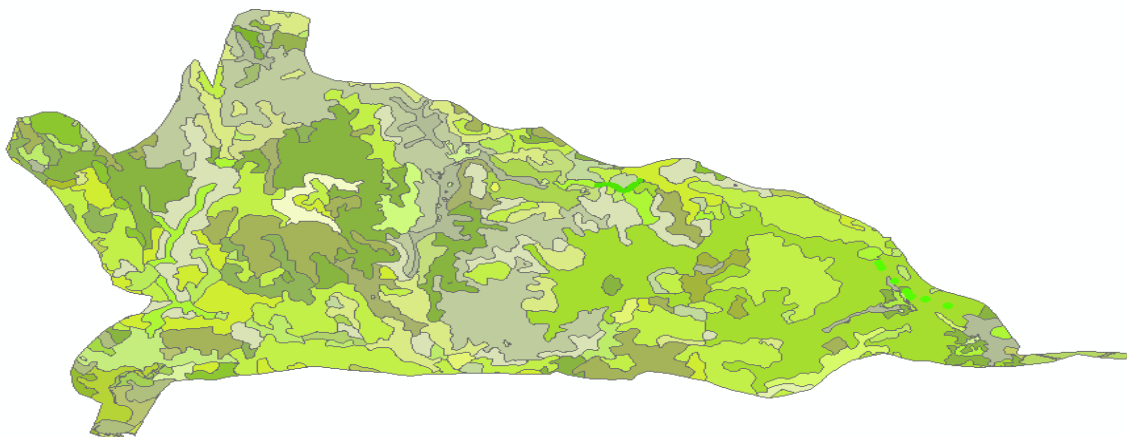


Figura IV. 4 Diversos USyV en el área seleccionada por tipos de elevación.

Finalmente, tomando en cuenta los criterios antes descritos, el área del SAR delimitado contiene una superficie total de 2,885,932.046 ha, quedando de la siguiente manera:

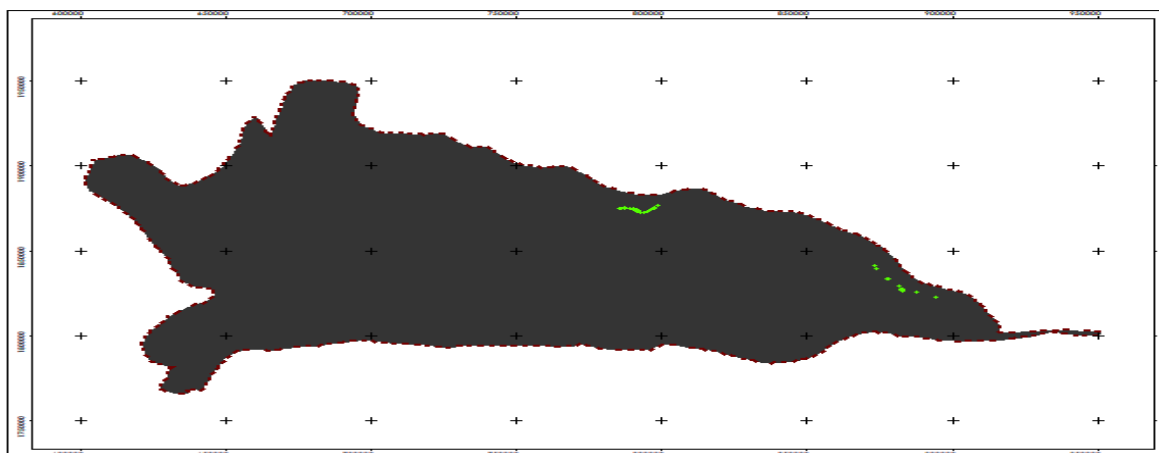


Figura IV. 5 Área delimitada del SAR.

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1999) en las posibilidades de vida de un determinado animal o planta influyen diversos factores, como el clima, composición del suelo, atmósfera, agua, entre otros, estos componentes donde no intervienen los seres vivos se denominan factores abióticos.

En cambio, los seres vivos, como los son los animales, plantas y microorganismos son considerados factores bióticos, los cuales coexisten en zonas geográficamente delimitadas.

A continuación, se hace una descripción del escenario actual de los factores bióticos y abióticos presentes en el área del SAR:

### IV.2.1 Medio abiótico

#### IV.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

##### a) Clima

De acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2015) en México el clima está determinado por diversos factores, entre los que se encuentran la altitud, la latitud y la distribución existente de tierra y agua, entre otros, lo que propicia que en el territorio nacional se identifiquen 7 grandes tipos de clima, destacando con mayor extensión los climas cálido subhúmedo,

seco y semiseco, muy seco o seco desértico; con menor superficie los climas: cálido húmedo, templado subhúmedo, templado húmedo y frío con la mínima superficie.

De acuerdo con el catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2001), escala 1:1,000,000, basadas en la clasificación de Köppen, modificada por García (1987), dentro del SAR están presentes 20 tipos de climas, agrupados en tres de los siete grupos principales (A: cálidos, C: templados y B: secos).

El clima con mayor superficie dentro del SAR es el cálido (A)C(wo) con una superficie de 523,630.973 ha, lo que representa un porcentaje de ocupación del 18.144 %, mientras que en menor superficie se localiza el clima Semifrío Cb'(w1) con una superficie de 971.406 ha, representando un 0.034 % de ocupación (Tabla IV. 1 y Figura IV. 6).

Tabla IV. 1 Tipos de climas en el área del SAR.

ID	Clave	Descripción de la temperatura	Descripción de la precipitación	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
1	(A)C(wo)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2, y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	523,630.973	18.144
2	C(w1)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	459,888.751	15.936
3	(A)C(w1)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual.	336,097.477	11.646
4	C(w2)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.	257,989.612	8.940
5	BS1(h')w	Semiárido cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	250,554.415	8.682
6	Aw2	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T	207,755.796	7.199

ID	Clave	Descripción de la temperatura	Descripción de la precipitación	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
			mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.		
7	Awo	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	167,486.599	5.804
8	C(wo)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.	159,641.504	5.532
9	(A)C(w2)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	Precipitación del mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	157,435.986	5.455
10	BS1hw	Semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	117,480.287	4.071
11	Aw1	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	62,785.733	2.176
12	BSo(h')w	Árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	45,397.925	1.573
13	(A)C(m)	Semicálido húmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.	Lluvias de verano, precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	44,805.902	1.553
14	BS1kw	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C.	Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	23,360.277	0.809
15	Cb'(w2)	Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual.	19,794.829	0.686
16	C(m)	Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de	18,959.075	0.657



ID	Clave	Descripción de la temperatura	Descripción de la precipitación	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
		temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.		
17	Am	Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.	17,377.906	0.602
18	No aplica	No aplica	No aplica	8,884.867	0.308
19	Cb'(m)	Semifrío, húmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C; temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2% del total anual.	5,632.726	0.195
20	Cb'(w1)	Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C.	Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal del 5 al 10.2% del total anual.	971.406	0.034
<b>Total</b>				<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>

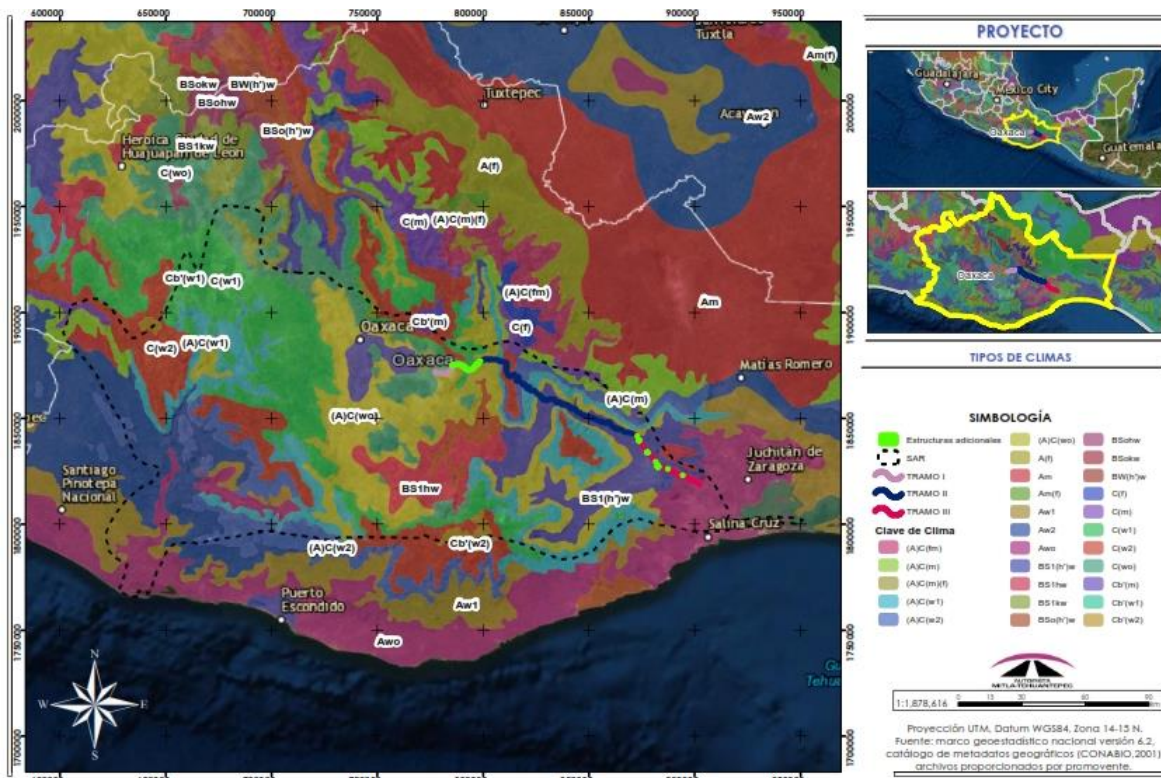


Figura IV. 6 Tipos de climas en el área del SAR.



## b) Estaciones climatológicas:

Con el objetivo de conocer los valores de los elementos meteorológicos, se consultaron los registros de las siguientes estaciones meteorológicas: Mitla (20366), El Marques (20382) y Rio Hondo (20277) pertenecientes a CONAGUA:

De acuerdo con los datos de las estaciones climatológicas consultadas en el Sistema Meteorológico Nacional (SMN) dentro del periodo 1981-2010, se tiene una precipitación máxima total de 2,702.20 mm. El valor mensual mínimo se presentó durante el mes de diciembre con 38 mm, mientras que el máximo corresponde al mes de julio con 473.00 mm (Tabla IV. 2).

Tabla IV. 2 Valores de precipitación máxima en el área del SAR.

Mes	Mitla (20366)	El Marques (20382)	Rio Hondo (20277)	Subtotal	Promedio
Enero	20.00	52.00	1.20	73.20	26.60
Febrero	28.00	36.70	34.00	98.70	35.35
Marzo	20.30	26.00	14.30	60.60	20.15
Abril	40.30	37.00	48.40	125.70	42.70
Mayo	70.00	93.50	51.00	214.50	72.25
Junio	42.30	217.00	160.00	419.30	188.50
Julio	60.00	248.00	165.00	473.00	206.50
Agosto	63.90	178.00	135.00	376.90	156.50
Septiembre	78.30	115.00	148.00	341.30	131.50
Octubre	27.50	100.00	78.50	206.00	89.25
Noviembre	20.00	102.00	153.00	275.00	127.50
Diciembre	18.00	4.00	16.00	38.00	10.00
<b>Total general</b>				<b>2,702.20</b>	

Respecto a la temperatura, se tomaron en cuenta los rangos mínimos, medios y máximos. Los valores mínimos se observaron en el mes más frío que corresponde a febrero con un promedio de 4.03°C (Tabla IV. 3). En cuanto a los valores medios de temperatura, estos oscilan en un valor de 14.10°C a 14.80°C (Tabla IV. 4). Finalmente, en relación a los valores de temperatura más altos, el mes más caliente corresponde a mayo con un promedio de 28.00°C (Tabla IV. 5).

Tabla IV. 3 Valores de temperatura mínima en el área del SAR.

Mes	Mitla (20366)	El Marques (20382)	Rio Hondo (20277)	Promedio
Enero	2.00	10.00	9.00	7.00
Febrero	0.60	9.00	2.50	4.03
Marzo	1.00	10.00	11.00	7.33
Abril	1.00	13.00	13.00	9.00
Mayo	1.00	17.50	15.00	11.17
Junio	2.00	18.50	13.00	11.17
Julio	1.00	19.00	16.00	12.00
Agosto	1.00	19.00	18.00	12.67

Mes	Mitla (20366)	El Marques (20382)	Rio Hondo (20277)	Promedio
Septiembre	1.00	18.00	17.00	12.00
Octubre	1.00	15.00	12.00	9.33
Noviembre	1.00	13.00	9.00	7.67
Diciembre	-2.00	10.00	8.00	5.33

Tabla IV. 4 Valores de temperatura promedio en el área del SAR.

Mes	Mitla (20366)	El Marques (20382)	Rio Hondo (20277)	Promedio
Enero	7.30	19.20	15.80	14.10
Febrero	8.60	19.40	16.50	14.83
Marzo	10.40	20.60	18.70	16.57
Abril	11.60	22.40	21.20	18.40
Mayo	12.20	24.10	23.30	19.87
Junio	11.70	23.50	22.80	19.33
Julio	11.20	23.60	22.60	19.13
Agosto	10.90	23.70	22.40	19.00
Septiembre	10.80	22.80	22.00	18.53
Octubre	9.90	22.60	20.30	17.60
Noviembre	8.30	21.60	17.80	15.90
Diciembre	7.90	20.00	16.50	14.80

Tabla IV. 5 Valores de temperatura máxima en el área del SAR.

Mes	Mitla (20366)	El Marques (20382)	Rio Hondo (20277)	Promedio
Enero	15.00	26.00	24.00	21.67
Febrero	25.00	25.00	24.00	24.67
Marzo	29.00	27.00	25.00	27.00
Abril	24.00	29.50	28.00	27.17
Mayo	24.00	30.00	30.00	28.00
Junio	19.00	29.50	29.00	25.83
Julio	23.00	29.00	28.00	26.67
Agosto	18.00	29.00	27.00	24.67
Septiembre	18.00	28.00	26.50	24.17
Octubre	20.00	27.00	27.00	24.67
Noviembre	17.00	28.00	25.00	23.33
Diciembre	15.00	26.00	25.50	22.17

En la siguiente Figura se puede observar que la mayor precipitación corresponde a los meses de junio y julio (188.5 y 206.5 mm), mientras que la mayor temperatura se localiza en los meses de marzo, abril y mayo (27.00 °C ,27.17 °C y 28.00 °C, respectivamente); de igual manera, la menor precipitación se localiza en los meses de marzo y diciembre (20.15 y 10.0 mm), en tanto que la menor temperatura se localiza en los meses de febrero y diciembre (4.03 y 5.33 °C).

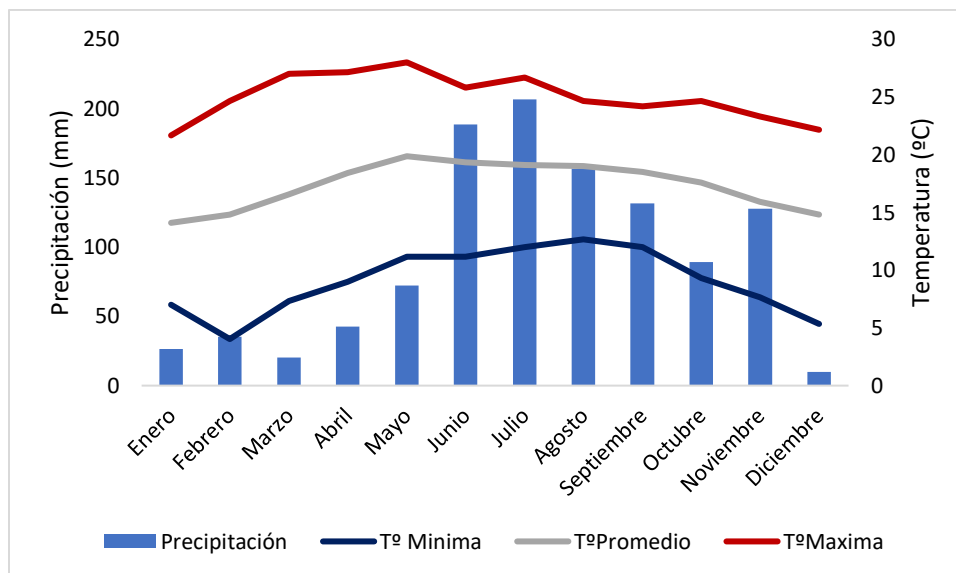


Figura IV. 7 Climograma de las estaciones 20366, 20382 y 20277.

### c) Inundaciones

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2019) existen tres tipos de inundaciones, las cuales se clasifican de la siguiente manera:

- Inundaciones pluviales: Son consecuencia de la precipitación, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días, hasta que se evapore y el terreno recupere su capacidad de infiltración.
- Inundaciones fluviales: Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. La precipitación pluvial se mide en milímetros y en cierto lapso (intensidad). El tiempo de duración de la lluvia es muy importante.
- Inundaciones costeras: Se presentan debido a los vientos intensos de un ciclón, en forma de marea de tormenta y permite que éste penetre tierra adentro en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno.

De manera general, las inundaciones ocurren en la temporada de lluvias a partir de mayo y terminan en noviembre o en la época de invierno de diciembre a marzo. En invierno los estados más susceptibles son los ubicados en la zona noroeste del

país, así como la vertiente del Golfo de México y la Península de Yucatán (CENAPRED, 2019).

De acuerdo al conjunto de datos vectoriales zonas de peligro de inundación, perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU, 2016) el municipio de Santa Lucia del Camino cuenta con un total de 52.414 ha susceptibles de inundaciones, lo que representa un porcentaje del 0.0018 % de la superficie total del SAR, así mismo se encuentra a una distancia aproximada de 35.357 km de las estructuras adicionales del proyecto, por lo que no representa un factor de riesgo para la integridad biótica y abiótica del SAR (Figura IV. 8).

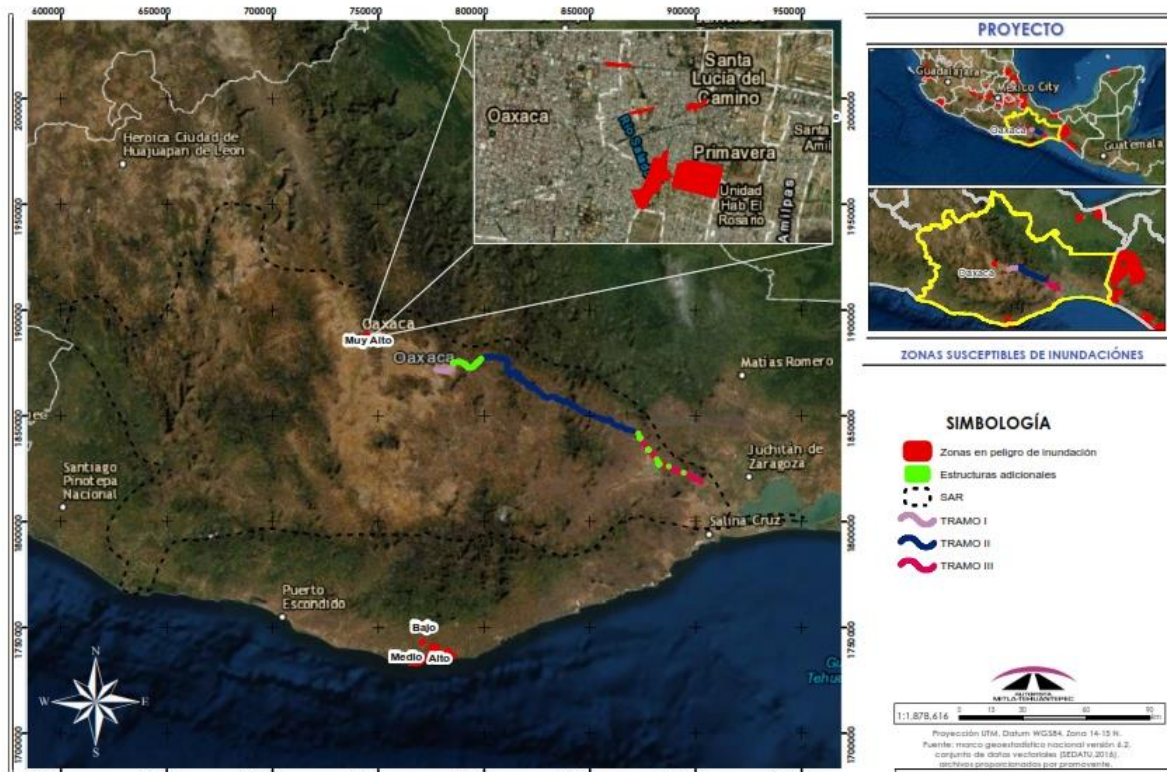


Figura IV. 8 Zonas en peligro de inundaciones.

#### d) Peligro por ciclones tropicales

La base de datos vectoriales de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA,2012), permite visualizar la trayectoria y el histórico de los huracanes tomando como referencia la escala Saffir-Simpson indicando el tipo de

fenómeno presentado, la velocidad alcanzada y los daños generados (Tabla IV. 6).

Tabla IV. 6 Escala de Saffir-Simpson (1969).

Fenómeno	Velocidad (km/hora)	Estimación de los posibles daños
Depresión tropical	Menor a 63	Daños mínimos locales
Tormenta tropical	63 a 118	Daños mínimos
Huracán categoría 1	118-152	Daños mínimos: Daños a la vegetación y muelles, así como algunas inundaciones en carreteras y caminos costeros.
Huracán categoría 2	153-178	Daños moderados: Daños mínimos a muelles y daños no estructurales en casas y edificios, derribos de vegetación, así como inundaciones en carreteras costeras.
Huracán categoría 3	179-209	Daños extensos: Destrucción parcial de casas, edificaciones costeras y muelles, derribo de árboles altos, anuncios dañados y llevados por el viento y marejadas inundan zonas costeras.
Huracán categoría 4	210-250	Daños extremos Colapso parcial de techos y paredes en casas, daños considerables a edificaciones costeras y muelles, derribo de vegetación y señales, así como erosión parcial de playas e inundación en terrenos planos abajo de 3 m.
Huracán categoría 5	Superior a 250	Daños catastróficos: Derrumbe total de techos y paredes en casas, las construcciones ligeras son llevadas por el viento, daños extremos a muelles, vegetación arrasada por el viento, erosión total de las playas e inundación en terrenos planos provocando daños graves hasta 460 m de la costa.

De acuerdo con la escala de Saffir-Simpson, durante el periodo de 1923 a 2010, dentro de la superficie del SAR se han presentado por lo menos 21 eventos de ciclones tropicales, los cuales tuvieron como consecuencia daños mínimos y moderados, por lo que estos no representan un factor de cambio extenso o extremo en sus factores bióticos o abióticos (Tabla IV. 7 y Figura IV. 9).

Tabla IV. 7 Registro histórico de ciclones tropicales en el área del SAR.

Categoría	Clave	Nombre	Año
Depresión tropical	TD/SD	Eleven:Hermine	2010
		Eleven:Hermine	2010
		Stan	2005
		Olaf	1997
		Olaf	1997
		Sin nombre	1991
		Hermine	1980



Categoría	Clave	Nombre	Año
		Fifi	1974
		Simone	1961
		Simone	1961
Huracán categoría 2	H2	Pauline	1997
No especificado	ND	Sin nombre	1969
		Sin nombre	1969
Tormenta tropical	TS/SS	Rosa	2000
		Cristina	1996
		Beatriz	1993
		Hermine	1980
		Hermine	1980
		Sin nombre	1958
		Sin nombre	1923

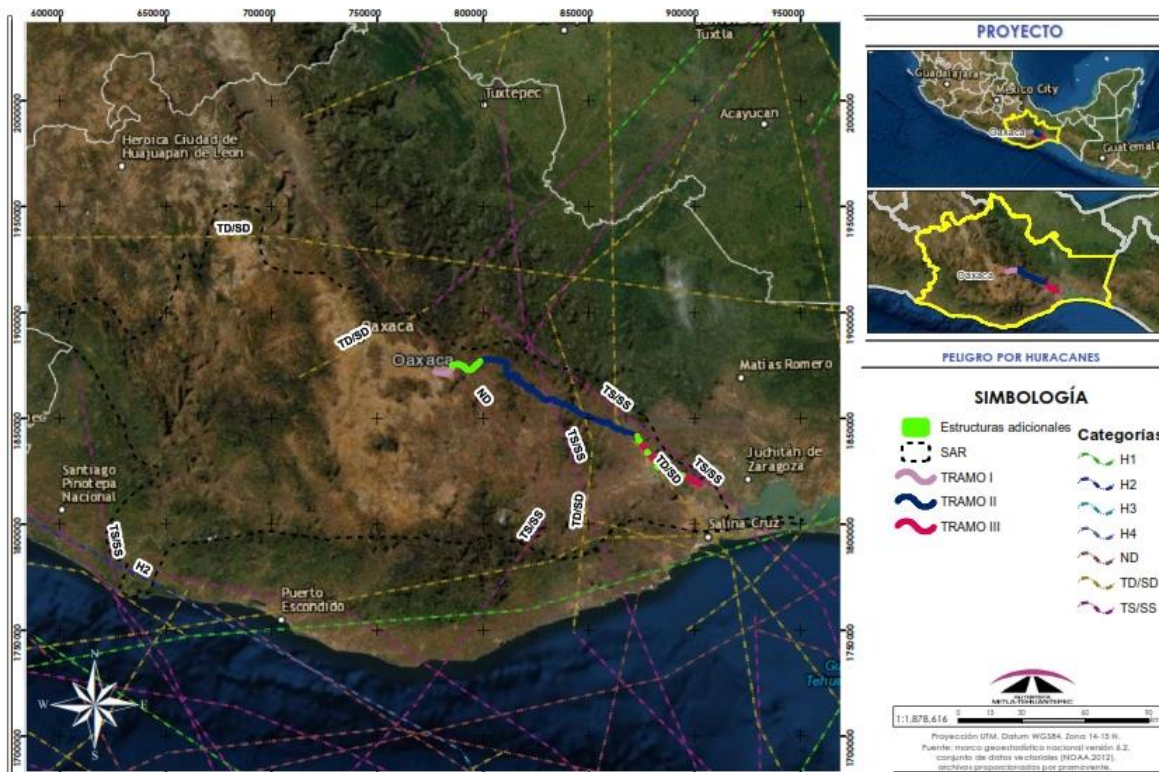


Figura IV. 9 Registro de ciclones tropicales en el área del SAR.

### e) Sequias

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales, correspondientes a la representación espacial de los municipios por riesgo de sequía, de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2017), el 55.550 % de la superficie del SAR se encuentra en la clasificación de sequía baja, lo que representa que la mayor superficie no es propensa a periodos de sequía prolongados, seguida de un riesgo



medio en el 36.182 % de la superficie, mientras que solo 2.147 % presenta un riesgo de sequía alto (Tabla IV. 8 y Figura IV. 10).

Tabla IV. 8 Riesgo por sequías.

Riesgo de sequía	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
Baja	1,603,141.478	55.550
Media	1,044,196.393	36.182
Muy baja	176,391.869	6.112
Alta	61,956.288	2.147
No aplica	246.018	0.009
<b>Total</b>	<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>

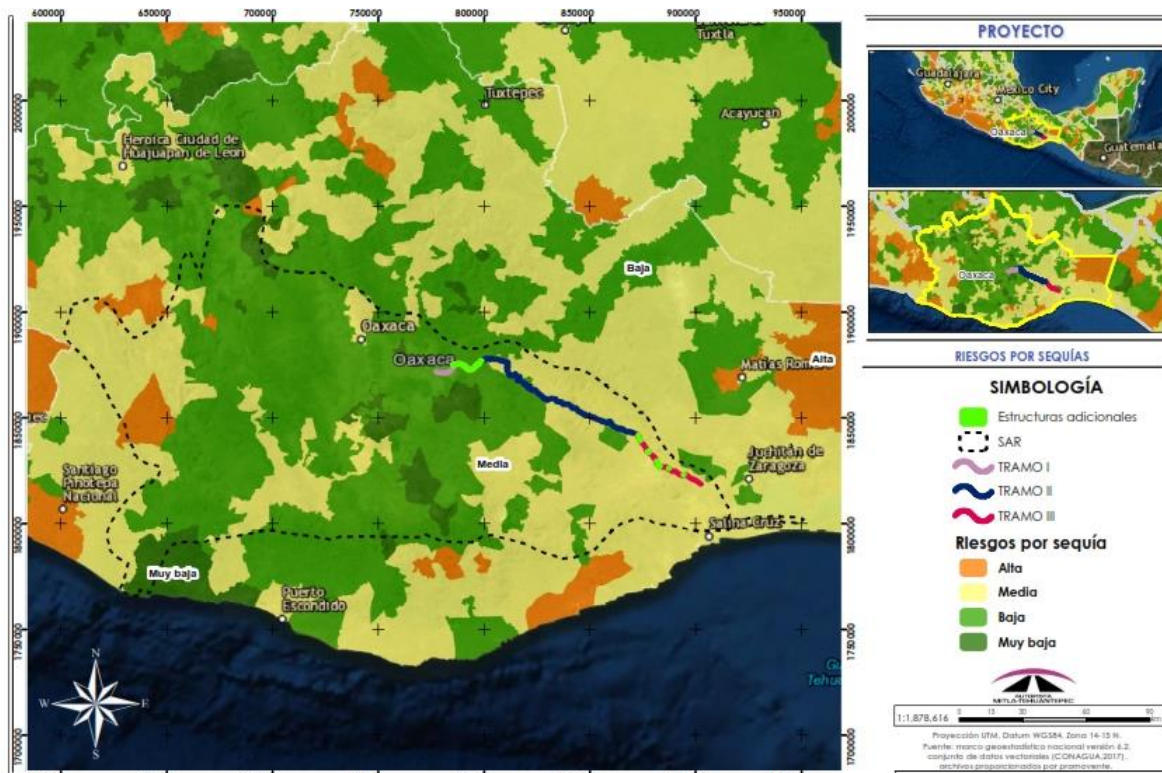


Figura IV. 10 Riesgo por sequías.

#### IV.2.1.2 Geología

De acuerdo con el Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2020) la geología parte de la premisa de que el relieve actual de la Tierra es el resultado de una larga y variada evolución, por ello analiza este desarrollo espacial y temporal para señalar los factores y fuerzas que actuaron en el proceso y que le han dado la forma que

actualmente conocemos, tanto en el exterior como en el interior de nuestro planeta.

Las rocas de la corteza terrestre, los restos petrificados y los rastros de los organismos (fósiles), son elementos que se han utilizado para hacer la historia biológica ya que representan documentos y testimonios que permiten a los geólogos, deducir las condiciones y los acontecimientos de los siglos pasados (SGM, 2020). En este sentido, la geología tiene como objetivo proporcionar la información referente a la naturaleza, las características de las rocas y el origen de los suelos del territorio nacional (INEGI, 2022).

De acuerdo con el catálogo de metadatos geográficos de Geología (INEGI, 2010), escala 1:1,000,000, el SAR presenta 51 tipos de rocas, distribuidas en las clases ígnea extrusiva, ígnea intrusiva, metamórficas y sedimentarias. El tipo de roca sedimentaria Ki(cz) representa la mayor superficie con 446,748.084 ha, ocupando el 15.480% dentro del SAR; mientras que en menor superficie se encuentran las rocas ígneas extrusivas Ti(Vc) con 0.212 ha, representando solo el 0.00001% de ocupación (Tabla IV. 9 y Figura IV. 11). A continuación, se presenta una descripción de las clases de rocas presentes en el área del SAR:

- Rocas ígneas extrusivas: son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas (SGM, 2021).
- Rocas ígneas intrusivas: rocas formadas en el interior de la corteza terrestre. Cuando un magma se enfría bajo la superficie lo hace más lentamente, permitiendo un mejor desarrollo de los cristales, debido a eso alcanzan tamaños que pueden ser observados a simple vista, generalmente abarcan grandes extensiones de terreno y llegan a la superficie terrestre mediante procesos orogénicos (deformaciones tectónicas) o mediante procesos externos de erosión (SGM, 2021).

- Rocas metamórficas: resultan de la transformación de rocas preexistentes que han sufrido ajustes estructurales y mineralógicos bajo ciertas condiciones físicas o químicas, o una combinación de ambas, como son la temperatura, la presión y/o la actividad química de los fluidos agentes del metamorfismo (SGM, 2021).
- Rocas sedimentarias: se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación (SGM, 2021).

Tabla IV. 9 Tipos de rocas en el área del SAR.

ID	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
1	Ki(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Cretácico	446,748.084	15.480
2	Ts(lgea)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Cenozoico	Neógeno	430,945.028	14.933
3	PE(Gn)	Metamórfica	Gneis	Precámbrico	N/D	384,901.419	13.337
4	Q(s)	N/A	N/A	Cenozoico	Cuaternario	176,422.421	6.113
5	K(lgia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Mesozoico	Cretácico	164,586.920	5.703
6	J(Gn)	Metamórfica	Gneis	Mesozoico	Jurásico	158,546.984	5.494
7	Ts(lgei)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva básica	Cenozoico	Neógeno	146,551.153	5.078
8	P(lgia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Paleozoico	N/D	115,016.416	3.985
9	Js-Ki(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	N/D	106,743.159	3.699
10	P(E)	Metamórfica	Esquisto	Paleozoico	N/D	70,474.993	2.442
11	J(lgia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Mesozoico	Jurásico	69,428.556	2.406
12	T(lgia)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva ácida	Cenozoico	Terciario	65,986.739	2.286
13	Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	62,224.246	2.156
14	Ti(lgei)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Cenozoico	Paleógeno	57,825.710	2.004
15	P(Ms)	Metamórfica	Metasedimentaria	Paleozoico	N/D	54,501.045	1.889
16	Ti(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Cenozoico	Paleógeno	45,403.544	1.573
17	Ki(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	45,328.350	1.571
18	Ti(ar-cg)	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	Cenozoico	Paleógeno	39,767.260	1.378

ID	Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
19	Ks(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	35,230.447	1.221
20	Ti(lgea)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	Cenozoico	Paleógeno	28,326.016	0.982
21	Ki(cz-lu)	Sedimentaria	Caliza-Lutita	Mesozoico	Cretácico	21,404.052	0.742
22	Js-Ki(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	N/D	15,787.101	0.547
23	Ki(ar-cg)	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	Cretácico	15,632.646	0.542
24	P(E-Gn)	Metamórfica	Esquisto-Gneis	Paleozoico	N/D	15,587.781	0.540
25	K(Ct)	Metamórfica	Cataclasita	Mesozoico	Cretácico	13,826.911	0.479
26	H2O	N/A	N/A	N/A	N/A	13,400.879	0.464
27	TR-J(ar-cg)	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	N/D	10,876.742	0.377
28	Tm(ar)	Sedimentaria	Arenisca	Cenozoico	Terciario	8,535.873	0.296
29	Ks(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Mesozoico	Cretácico	7,797.585	0.270
30	Ti(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Paleógeno	7,206.641	0.250
31	TR-J(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	N/D	6,973.062	0.242
32	Ts(lgeb)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Cenozoico	Neógeno	4,580.697	0.159
33	T(lgii)	Ígnea intrusiva	Ígnea intrusiva intermedia	Cenozoico	Terciario	4,092.552	0.142
34	Ts(Vc)	Ígnea extrusiva	Volcanoclástico	Cenozoico	Neógeno	3,711.606	0.129
35	Tpal(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Terciario	3,633.476	0.126
36	Ki(lu)	Sedimentaria	Lutita	Mesozoico	Cretácico	3,566.218	0.124
37	Ks(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	Cretácico	3,265.742	0.113
38	T(lgei)	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva intermedia	Cenozoico	Terciario	3,042.961	0.105
39	PE(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Precámbrico	N/D	2,558.403	0.089
40	P(M)	Metamórfica	Mármol	Paleozoico	N/D	2,464.808	0.085
41	Ks(ar-cg)	Sedimentaria	Arenisca-Conglomerado	Mesozoico	Cretácico	2,392.817	0.083
42	Q(ch)	Sedimentaria	Caliche	Cenozoico	Cuaternario	2,076.146	0.072
43	K(M)	Metamórfica	Mármol	Mesozoico	Cretácico	2,014.801	0.070
44	Ki(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Mesozoico	Cretácico	1,833.649	0.064
45	TR(lm-ar)	Sedimentaria	Limolita-Arenisca	Mesozoico	Triásico	1,445.176	0.050
46	P(C)	Metamórfica	Cuarcita	Paleozoico	N/D	1,342.948	0.047
47	Js-Ki(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Mesozoico	N/D	1,049.043	0.036
48	T(bs)	Sedimentaria	Brecha sedimentaria	Cenozoico	Terciario	710.622	0.025
49	Ji(lu-ar)	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Mesozoico	Jurásico	148.777	0.005
50	Js(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	Jurásico	13.629	0.00047
51	Ti(Vc)	Ígnea extrusiva	Volcanoclástico	Cenozoico	Paleógeno	0.212	0.00001
<b>Total</b>						<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>



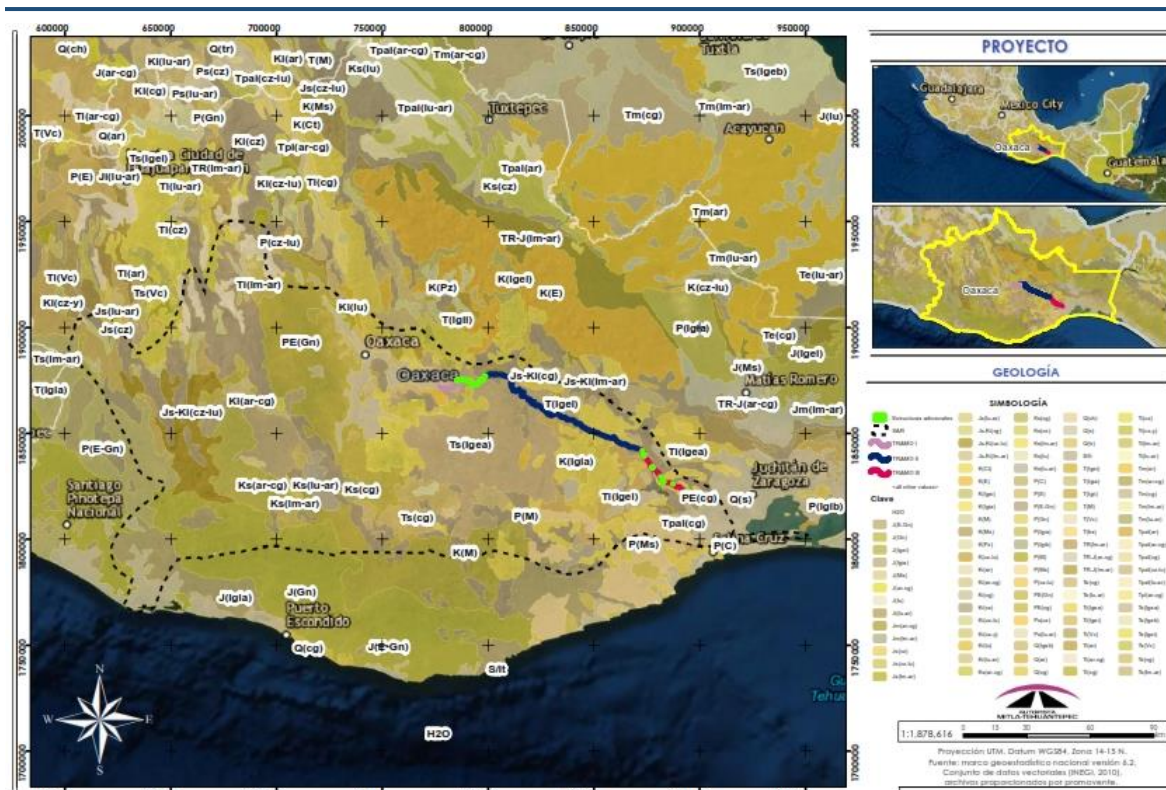


Figura IV. 11 Tipos de rocas en el área del SAR.

### IV.2.1.3 Edafología

De acuerdo con el INEGI (2004), se puede definir el suelo como la capa más superficial de la corteza terrestre, en la cual encuentra soporte la cubierta vegetal natural y gran parte de las actividades humanas, siendo resultado de la interacción de varios factores del ambiente y fundamentalmente de los siguientes: clima, material parental o tipo de roca a partir de la cual se originan los suelos, vegetación y uso del suelo, relieve y tiempo. El suelo está formado por horizontes y/o capas, las cuales se pueden apreciar en los cortes de las carreteras, pozos y zanjas. Se hace necesario conocer las características de los suelos para el buen manejo agrícola, pecuario, forestal, artesanal o de ingeniería civil (INEGI, 2004).

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de Edafología, escala: 1:1,000,000, serie I, INEGI, 2005. El área del SAR registra 87 tipos de suelos, los cuales presentan los siguientes 10 suelos dominantes o principales (Tabla IV. 10 Figura IV. 12).

- Acrisoles: Suelos con arcillas de baja actividad y que no son fértiles en general para la agricultura. Muy susceptibles a la erosión por deforestación. Los Acrisoles son representativos de zonas muy lluviosas.
- Cambisoles: Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Por lo general, estos suelos son buenos con fines agrícolas y son usados intensamente.
- Feozem: Son muy fértiles y aptos para el cultivo, si bien son sumamente proclives a la erosión. Con frecuencia son suelos profundos y ricos en materia orgánica.
- Fluvisoles: Suelos con abundantes sedimentos fluviales, marinos o lacustres en periodos recientes y que están tradicionalmente sobre planicies de inundación, abanicos de ríos o marismas costeras
- Litosoles: Suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión.
- Luvisoles: Suelos rojos, grises o pardos claros, susceptibles a la erosión especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los situados en pendientes fuertes.
- Regosoles: Son pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos.
- Rendzina: Nombre polaco que se da a los suelos profundos y pegajosos que se desarrollan sobre calizas. Son suelos oscuros, poco profundos de 10 a 50 cm, que sobreyacen directamente al material carbonatado.
- Solonchak: Suelos con enriquecimiento en sales fácilmente solubles en algún momento del año, formadas en ambientes de elevada evapotranspiración.
- Vertisol: Suelos llamados pesados, se crean bajo condiciones alternadas de saturación-sequía, se forman grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles (INEGI, 2014).



Tabla IV. 10 Tipos de suelos en el área del SAR.

ID	Clave	Grupo 1	Subgrupo 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Textura	Fase física	Fase química	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
1	Re+Lc+I/2/L	Regosol	eútrico	Luvisol	crómico	Litosol		Media	Lítica		524,142.680	18.162
2	I+Re+Hh/2	Litosol		Regosol	eútrico	Feozem	háplico	Media			273,544.915	9.479
3	I+Re+Lc/2	Litosol		Regosol	eútrico	Luvisol	crómico	Media			233,294.249	8.084
4	Ah+I+Re/2	Acrisol	húmico	Litosol		Regosol	eútrico	Media			123,141.005	4.267
5	Re+I+Hh/2/L	Regosol	eútrico	Litosol		Feozem	háplico	Media	Lítica		121,395.219	4.206
6	Re+I+Lc/2/L	Regosol	eútrico	Litosol		Luvisol	crómico	Media	Lítica		103,630.894	3.591
7	Re+I/1/L	Regosol	eútrico	Litosol				Gruesa	Lítica		85,237.927	2.954
8	I+E/3	Litosol		Rendzina				Fina			78,922.710	2.735
9	Re+Lv+Bh/2/L	Regosol	eútrico	Luvisol	vértico	Cambisol	húmico	Media	Lítica		67,851.364	2.351
10	I+Re/1	Litosol		Regosol	eútrico			Gruesa			65,758.104	2.279
11	Be+Re+I/2/L	Cambisol	eútrico	Regosol	eútrico	Litosol		Media	Lítica		64,708.000	2.242
12	I+Re/2	Litosol		Regosol	eútrico			Media			64,145.900	2.223
13	Re+I/2/L	Regosol	eútrico	Litosol				Media	Lítica		59,543.912	2.063
14	Re+I+Lc/1/L	Regosol	eútrico	Litosol		Luvisol	crómico	Gruesa	Lítica		54,879.823	1.902
15	Re+I/1	Regosol	eútrico	Litosol				Gruesa			54,377.783	1.884
16	Re+I+Bc/2/L	Regosol	eútrico	Litosol		Cambisol	crómico	Media	Lítica		53,998.866	1.871
17	Lc+Bc+I/2/P	Luvisol	crómico	Cambisol	crómico	Litosol		Media	Pedregosa		47,194.429	1.635
18	Rc+E+I/2/L	Regosol	calcáric	Rendzina		Litosol		Media	Lítica		44,258.546	1.534
19	I+E/2	Litosol		Rendzina				Media			43,513.802	1.508
20	Hh+Vc/2	Feozem	háplico	Vertisol	crómico			Media			37,866.896	1.312
21	I+E+Lc/3	Litosol		Rendzina		Luvisol	crómico	Fina			36,815.489	1.276
22	Hh+Lc/2/P	Feozem	háplico	Luvisol	crómico			Media	Pedregosa		36,064.161	1.250
23	I+Hh/2	Litosol		Feozem	háplico			Media			34,716.971	1.203
24	I+E+Hh/2	Litosol		Rendzina		Feozem	háplico	Media			32,069.496	1.111
25	Lv+I+Re/3/L	Luvisol	vértico	Litosol		Regosol	eútrico	Fina	Lítica		26,903.615	0.932
26	Hc+Lk+Bk/2	Feozem	calcáric	Luvisol	cálcico	Cambisol	cálcico	Media			24,872.083	0.862
27	Re+Be+I/1/L	Regosol	eútrico	Cambisol	eútrico	Litosol		Gruesa	Lítica		24,206.230	0.839
28	Re+Bc+I/2/L	Regosol	eútrico	Cambisol	crómico	Litosol		Media	Lítica		20,655.556	0.716

ID	Clave	Grupo 1	Subgrupo 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Textura	Fase física	Fase química	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
29	Rc+Bk/2/L	Regosol	calcáric	Cambisol	cálcico			Media	Lítica		17,668.306	0.612
30	Vc+Lc/3	Vertisol	crómico	Luvisol	crómico			Fina			17,223.207	0.597
31	Bk+Kk/2/P	Cambisol	cálcico	Castañoze	cálcico			Media	Pedregosa		17,039.949	0.590
32	Re+Bv+I/2/L	Regosol	eútrico	Cambisol	vírtico	Litosol		Media	Lítica		16,966.089	0.588
33	Be+Lc/2	Cambisol	eútrico	Luvisol	crómico			Media			16,936.868	0.587
34	Hh+I+Lc/2/L	Feozem	háplico	Litosol		Luvisol	crómico	Media	Lítica		16,611.420	0.576
35	Vp/3	Vertisol	pélico					Fina			16,332.800	0.566
36	I+E+Hc/2	Litosol		Rendzina		Feozem	calcáric	Media			15,463.149	0.536
37	I+Lc+E/2	Litosol		Luvisol	crómico	Rendzina		Media			14,320.968	0.496
38	Re+Lo+I/2/L	Regosol	eútrico	Luvisol	órtico	Litosol		Media	Lítica		13,819.212	0.479
39	Re/2/L	Regosol	eútrico					Media	Lítica		13,724.508	0.476
40	Lv+Vp/3/G	Luvisol	vírtico	Vertisol	pélico			Fina	Gravosa		13,059.512	0.453
41	Re+Hh/1/L	Regosol	eútrico	Feozem	háplico			Gruesa	Lítica		12,813.797	0.444
42	Rd+Bd/1	Regosol	dístrico	Cambisol	dístrico			Gruesa			12,433.389	0.431
43	Hh+I+Re/2/L	Feozem	háplico	Litosol		Regosol	eútrico	Media	Lítica		12,299.008	0.426
44	Re+I+Be/2/L	Regosol	eútrico	Litosol		Cambisol	eútrico	Media	Lítica		11,208.819	0.388
45	H2O	Cuerpo de agua									11,159.402	0.387
46	Hc+I+Vp/2	Feozem	calcáric	Litosol		Vertisol	pélico	Media			11,047.075	0.383
47	Re+Be+I/2/L	Regosol	eútrico	Cambisol	eútrico	Litosol		Media	Lítica		10,902.165	0.378
48	Ah+Be+Je/3	Acrisol	húmico	Cambisol	eútrico	Fluvisol	eútrico	Fina			10,838.528	0.376
49	Be+Je+Vp/1/G	Cambisol	eútrico	Fluvisol	eútrico	Vertisol	pélico	Gruesa	Gravosa		10,547.252	0.365
50	Bc+Lc/2/L	Cambisol	crómico	Luvisol	crómico			Media	Lítica		10,144.798	0.352
51	Re+Be/1/L	Regosol	eútrico	Cambisol	eútrico			Gruesa	Lítica		9,908.620	0.343
52	Be+Bc+Re/2/L	Cambisol	eútrico	Cambisol	crómico	Regosol	eútrico	Media	Lítica		9,824.060	0.340
53	Ao+Be+I/2	Acrisol	órtico	Cambisol	eútrico	Litosol		Media			7,598.232	0.263
54	E+Hc/2/L	Rendzina		Feozem	calcáric			Media	Lítica		7,459.863	0.258
55	Be+Hh+Bd/1	Cambisol	eútrico	Feozem	háplico	Cambisol	dístrico	Gruesa			7,239.226	0.251
56	Vp+Hh+I/2/P	Vertisol	pélico	Feozem	háplico	Litosol		Media	Pedregosa		6,986.458	0.242

ID	Clave	Grupo 1	Subgrupo 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Textura	Fase física	Fase química	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
57	Hh+Re/2/L	Feozem	háplico	Regosol	eútrico			Media	Lítica		6,808.578	0.236
58	Be+Hh/2	Cambisol	eútrico	Feozem	háplico			Media			6,261.658	0.217
59	Hc/2/P	Feozem	calcáric					Media	Pedregosa		5,629.691	0.195
60	Bh+l/2/L	Cambisol	húmico	Litosol				Media	Lítica		5,551.312	0.192
61	Hc+Vp/2	Feozem	calcáric	Vertisol	pélico			Media			5,263.411	0.182
62	Bc+Re/2	Cambisol	crómico	Regosol	eútrico			Media			4,895.683	0.170
63	Lk+Bv/3	Luvisol	cálcico	Cambisol	vértico			Fina			4,761.023	0.165
64	Jc+Hc/1/G	Fluvisol	calcáric	Feozem	calcáric			Gruesa	Gravosa		4,739.118	0.164
65	Vc+Lc/1	Vertisol	crómico	Luvisol	crómico			Gruesa			4,697.168	0.163
66	Bk/2/L	Cambisol	cálcico					Media	Lítica		4,655.135	0.161
67	Lc+Bc/2/L	Luvisol	crómico	Cambisol	crómico			Media	Lítica		4,598.190	0.159
68	Je/1	Fluvisol	eútrico					Gruesa			4,250.614	0.147
69	Zg+Re/3/n	Solonchak	gléyico	Regosol	eútrico			Fina		Sódica	4,247.220	0.147
70	Be+Re+Bc/2	Cambisol	eútrico	Regosol	eútrico	Cambisol	crómico	Media			4,108.413	0.142
71	Bc/2/L	Cambisol	crómico					Media	Lítica		3,788.987	0.131
72	Lk+Hc/3	Luvisol	cálcico	Feozem	calcáric			Fina			3,715.229	0.129
73	l+E/1	Litosol		Rendzina				Gruesa			2,871.319	0.099
74	Je/2	Fluvisol	eútrico					Media			2,455.977	0.085
75	Zg/2/n	Solonchak	gléyico					Media		Sódica	2,327.979	0.081
76	Lc+l/3/L	Luvisol	crómico	Litosol				Fina	Lítica		2,071.137	0.072
77	Vp+Hh/3	Vertisol	pélico	Feozem	háplico			Fina			1,779.687	0.062
78	Hh+Re+Lc/2/L	Feozem	háplico	Regosol	eútrico	Luvisol	crómico	Media	Lítica		1,473.994	0.051
79	Zg+Re/2/n	Solonchak	gléyico	Regosol	eútrico			Media		Sódica	1,335.110	0.046
80	Rc+E/2/L	Regosol	calcáric	Rendzina				Media	Lítica		1,198.592	0.042
81	Hh+l+Re/2	Feozem	háplico	Litosol		Regosol	eútrico	Media			1,028.954	0.036
82	Bc+Lc/2	Cambisol	crómico	Luvisol	crómico			Media			873.491	0.030
83	Vp+Hh/3/P	Vertisol	pélico	Feozem	háplico			Fina	Pedregosa		430.189	0.015
84	Ah+Bv+l/3	Acrisol	húmico	Cambisol	vértico	Litosol		Fina			427.702	0.015

ID	Clave	Grupo 1	Subgrupo 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Textura	Fase física	Fase química	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
85	Hc+E/2/L	Feozem	calcáric	Rendzina				Media	Lítica		262.944	0.009
86	I+Rc+Lc/2	Litosol		Regosol	calcáric	Luvisol	crómico	Media			84.737	0.003
87	Re+Zg/1/n	Regosol	eútrico	Solonchak	gléyico			Gruesa		Sódica	51.499	0.002
<b>Total</b>											<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>

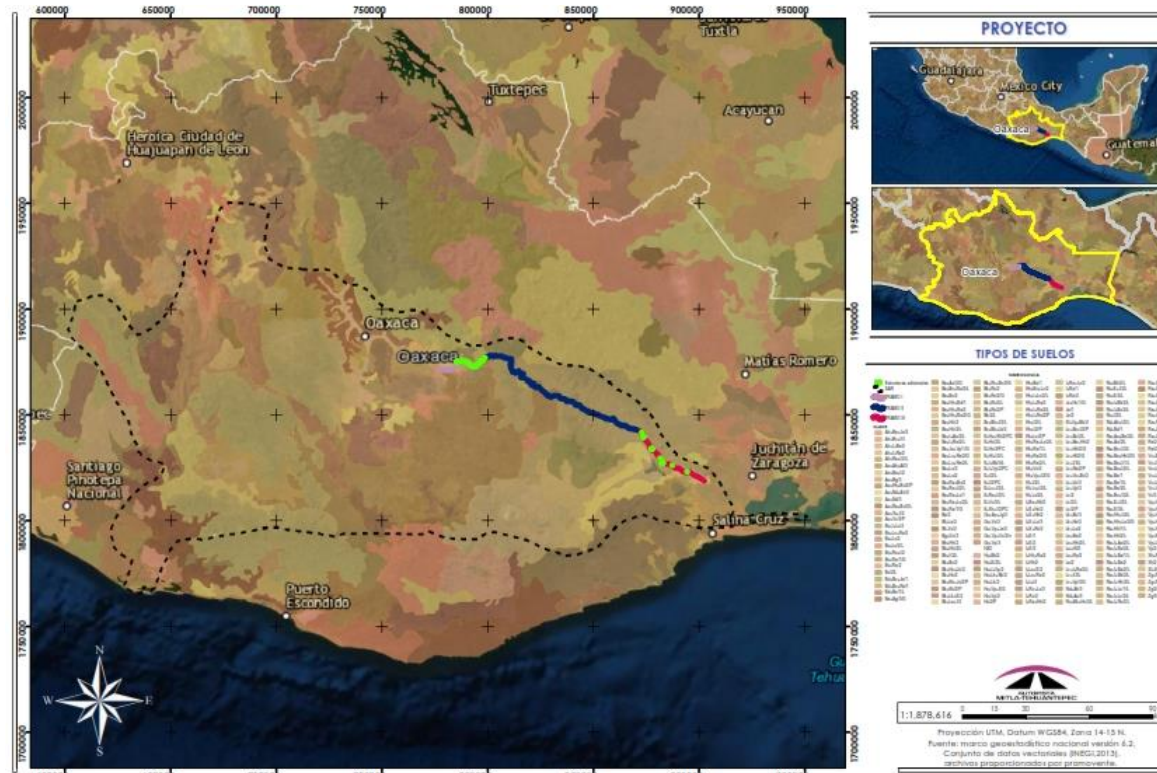


Figura IV. 12. Tipos de suelos en el área del SAR.

#### IV.2.1.4 Erosión

La palabra erosión proviene del latín *erosio* que significa: el desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción de agentes externos como el viento y el agua y que son acelerados por la acción del hombre. El proceso de la erosión está estrechamente vinculado con la desertificación y el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, acentuando los índices de pobreza y migración, disminución de la productividad del suelo, incrementando la frecuencia de eventos extremos como lluvias torrenciales, abandono de tierras por efectos de la sequía y desertificación. Existen los diferentes tipos de erosión (INEGI,2014):

- Erosión Hídrica (H): Ocurre cuando el agente causal de la erosión es el agua en sus formas de torrente, lluvia, arroyadas, granizadas, crecida de ríos y el efecto del riego.
- Erosión Eólica (E): A diferencia de la erosión hídrica, en la cual es visible la pérdida de suelo, la erosión eólica es perceptible mediante evidencias de acumulación, que en algunos casos como las dunas se forman a distancias muy variables de donde parte el material original.
- Erosión Antrópica (A): Es aquella donde el agente causal más evidente es el hombre, al modificar el paisaje natural de manera abrupta e irreversible, facilitando la acción directa de los agentes erosivos (Construcción de carreteras, presas, jales, extracción de materiales, salineras, etcétera.).

De acuerdo con la Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1: 1,000,000 (SEMARNAT y UACH, 2003) el 42.00 % de la superficie nacional podría estar afectada por erosión hídrica, y 17 entidades federativas presentarían daño en más de 50.00 % de su territorio, entre ellas Guerrero (79.30 %), Puebla (76.60 %), Morelos (75.20 %), Oaxaca (74.60 %) y México (73.70 %) (SEMARNAT, 2021).

**a) Erosión en el área del SAR:** De acuerdo al conjunto de datos vectoriales de erosión de suelo, escala 1:250,000, serie I, continuo nacional de INEGI (2014), el área del SAR presenta erosión hídrica en una superficie de 1,789,248.014 ha y erosión por acción antrópica en una superficie de 438.431 ha (Tabla IV. 11 y Figura IV. 13).

Tabla IV. 11 Tipos de erosión en el área del SAR.

ID	Clave	Tipo	Forma	Grado	Tipo 2	Forma 2	Grado 2	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)	
1	SE	Sin erosión evidente						1,057,766.937	36.653	
2	ZU	Localidades						14,610.356	0.506	
3	H <sub>2</sub> O	Cuerpo de agua						13,241.753	0.459	
4	AH	Asentamientos humanos						10,626.555	0.368	
5	HC4	Hídrica	Laminar	Leve	N/A	N/A	N/a	496,825.864	17.215	
6	HC3		Laminar	Moderado	N/A	N/A	N/a	211,519.605	7.329	
7	HC3+HL2		Laminar	Leve	Hídrica	Cárcavas	Leve	199,098.584	6.899	
8	HC3+HS2		Laminar	Leve	Hídrica	Surcos	Leve	112,979.522	3.915	
9	HC1		Laminar	Moderado	Hídrica	Cárcavas	Leve	109,191.810	3.784	
10	HC1+HL1		Laminar	Moderado	Hídrica	Cárcavas	Moderado	76,397.700	2.647	
11	HC2		Laminar	Fuerte	Hídrica	Cárcavas	Moderado	70,464.667	2.442	
12	HC2+HL1		Laminar	Moderado	Hídrica	Surcos	Leve	57,126.488	1.979	
13	HC2+HL2		Laminar	Moderado	Hídrica	Surcos	Moderado	47,027.205	1.630	
14	HL4		Laminar	Fuerte	N/A	N/A	N/a	45,730.958	1.585	
15	HL3		Surcos	Leve	Hídrica	Laminar	Leve	45,458.978	1.575	
16	HL3+HC1		Surcos	Moderado	Hídrica	Laminar	Leve	40,434.696	1.401	
17	HL3+HC2		Cárcavas	Moderado	Hídrica	Laminar	Moderado	35,119.905	1.217	
18	HL3+HS1		Cárcavas	Leve	Hídrica	Laminar	Leve	32,243.736	1.117	
19	HL3+HS2		Surcos	Leve	N/A	N/A	N/a	29,382.568	1.018	
20	HL1		Laminar	Fuerte	Hídrica	Cárcavas	Leve	28,325.398	0.981	
21	HL1+HC1		Surcos	Moderado	N/A	N/A	N/a	24,532.385	0.850	
22	HL1+HS1		Cárcavas	Fuerte	N/A	N/A	N/a	22,795.968	0.790	
23	HL2		Surcos	Moderado	Hídrica	Laminar	Moderado	22,103.446	0.766	
24	HL2+HC1		Cárcavas	Moderado	Hídrica	Laminar	Leve	18,492.779	0.641	
25	HL2+HC2		Surcos	Fuerte	Hídrica	Laminar	Moderado	10,075.440	0.349	
26	HL2+HS1		Cárcavas	Fuerte	Hídrica	Laminar	Moderado	9,933.253	0.344	
27	HL2+HS2		Cárcavas	Extremo	N/A	N/A	N/a	8,835.107	0.306	
28	HS3		Cárcavas	Moderado	N/A	N/A	N/a	8,166.601	0.283	
29	HS3+HC1		Laminar	Fuerte	Hídrica	Surcos	Moderado	6,695.889	0.232	
30	HS3+HC2		Cárcavas	Leve	N/A	N/A	N/a	5,052.952	0.175	
31	HS3+HL2		Surcos	Fuerte	Hídrica	Cárcavas	Leve	4,137.552	0.143	
32	HS1		Laminar	Extremo	N/A	N/A	N/a	3,323.292	0.115	
33	HS1+HL1		Surcos	Fuerte	N/A	N/A	N/a	3,019.648	0.105	
34	HS2		Surcos	Moderado	Hídrica	Cárcavas	Leve	2,211.529	0.077	
35	HS2+HC1		Surcos	Fuerte	Hídrica	Cárcavas	Moderado	1,303.615	0.045	
36	HS2+HL1		Cárcavas	Fuerte	Hídrica	Surcos	Moderado	1,082.493	0.038	
37	HS2+HL2		Laminar	Fuerte	Hídrica	Surcos	Leve	158.381	0.005	
38	A		Antrópica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	438.431	0.015
<b>Total</b>								<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>	



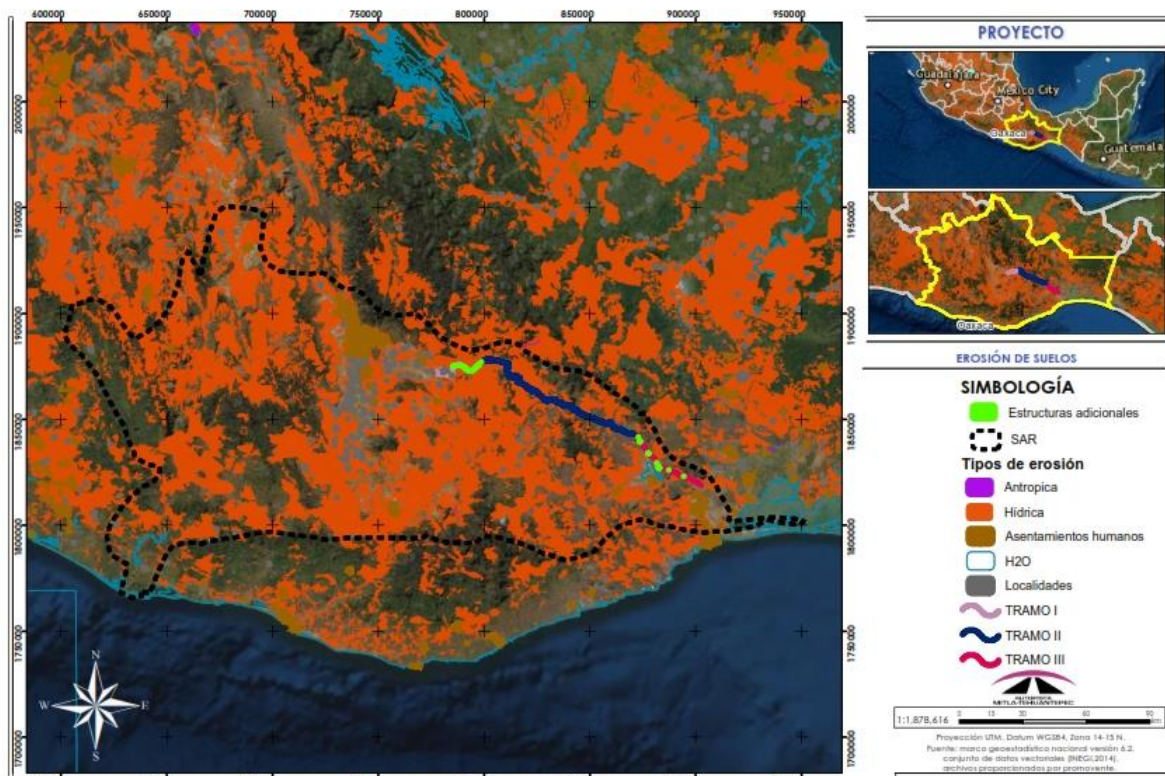


Figura IV. 13. Tipos de erosión en el área del SAR.

b) **Erosión eólica en el SAR de acuerdo a la ecuación de Torres et al.**, aunado a lo anterior, se realizó el cálculo de erosión eólica para el área del SAR, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula (Torres et al., 2003) (**Anexo IV.1**).

$$Pee = f(C^1, S, T, V)$$

Donde:

Pee= pérdida de suelo por erosión eólica ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}$ )

C<sup>1</sup>= índice de agresividad del viento

S= índice de erosionabilidad del suelo

T= índice topográfico

V= índice de vegetación

Derivado del análisis de datos, se obtuvo un valor de erosión eólica total por año de **4,726,909.481 m<sup>3</sup>** (Tabla IV. 12).

Tabla IV. 12 Erosión eólica en el SAR en el escenario original.

Clave	Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Erosión total al año	Promedio (ton/ha/año)
HS	Agricultura de Humedad Semipermanente	358,626	2,297.724	6.407
RA	Agricultura de Riego Anual	27,794.079	131,836.490	4.743
RAP	Agricultura de Riego Anual Y Permanente	7,659.140	41,993.066	5.483
RAS	Agricultura De Riego Anual Y Semipermanente	50,780.831	226,245.387	4.455
RS	Agricultura de Riego Semipermanente	2,098.820	12,085.250	5.758
TA	Agricultura de Temporal Anual	397,341.355	3,260,174.633	8.205
TAP	Agricultura de Temporal Anual Y Permanente	43,303.129	242,800.408	5.607
TAS	Agricultura de Temporal Anual Y Semipermanente	1,384.107	14,411.756	10.412
TP	Agricultura de Temporal Permanente	3,343.441	42,265.894	12.641
AH	Asentamientos Humanos	39,372.813	0.000	0.000
BQ	Bosque de Encino	7,600.722	2,059.706	0.271
BQP	Bosque de Encino-Pino	1,862.475	633.017	0.340
BA	Bosque de Oyamel	336.827	79.867	0.237
BP	Bosque de Pino	80,864.778	31,880.372	0.394
BPQ	Bosque De Pino-Encino	68,924.225	21,615.930	0.314
BJ	Bosque de Tásbate	388.614	69.320	0.178
BM	Bosque Mesófilo de Montaña	12,555.420	4,170.502	0.332
ML	Chaparral	5,449.432	4,684.417	0.860
H <sub>2</sub> O	Cuerpo de Agua	17,718.032	0.000	0.000
ADV	Desprovisto de Vegetación	182.393	1,069.385	5.863
VPI	Palmar Inducido	17,430.708	22,374.019	1.284
PC	Pastizal Cultivado	31,514.567	26,013.026	0.825
PI	Pastizal Inducido	96,341.687	98,983.692	1.027
VSI	Sabanoide	6,079.672	16,666.449	2.741
SBC	Selva Baja Caducifolia	207,529.170	31,767.925	0.153
SBK	Selva Baja Espinosa Caducifolia	485.800	17.136	0.035
SMC	Selva Mediana Caducifolia	1,805.009	468.049	0.259
SMS	Selva Mediana Subcaducifolia	224.855	29.998	0.133
SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	3,456.931	466.359	0.135
DV	Sin Vegetación Aparente	1,834.042	9,999.702	5.452
VU	Vegetación de Dunas Costeras	405.306	94.835	0.234
VG	Vegetación de Galería	970.266	89.212	0.092
VSA/BQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino	73,198.553	21,869.121	0.299
VSA/BQP	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino-Pino	34,535.612	10,181.272	0.295
VSA/MK	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Mezquite	44.357	3.824	0.086
VSA/BP	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino	138,618.171	42,100.178	0.304
VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino	259,567.727	83,746.736	0.323
VSA/BJ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Tásbate	241.340	27.903	0.116
VSA/BM	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque Mesófilo de Montaña	14,717.569	5,927.340	0.403
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	85,264.323	10,902.957	0.128

Clave	Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Erosión total al año	Promedio (ton/ha/año)
VSA/SB S	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Subcaducifolia	1,250.463	371.049	0.297
VSA/S MC	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Caducifolia	1,896.228	418.893	0.221
VSA/S MS	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	3,153.910	363.528	0.115
VSA/S MQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	1,027.989	86.991	0.085
VSa/B Q	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	366,807.586	96,280.234	0.262
VSa/B QP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino-Pino	111,256.061	35,653.365	0.320
VSa/M K	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Mezquite	755.917	48.548	0.064
VSa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino	119,309.661	39,612.702	0.332
VSa/BP Q	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	298,532.334	94,047.700	0.315
VSa/BJ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Táscate	834.295	97.294	0.117
VSa/B M	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña	18,019.523	7,021.149	0.390
VSa/M L	Vegetación Secundaria Arbustiva de Chaparral	2,453.151	183.592	0.075
VSa/SB C	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	167,695.463	24,799.394	0.148
VSa/SB K	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia	4,946.233	266.789	0.054
VSa/SB S	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Subcaducifolia	1,631.074	416.347	0.255
VSa/S MS	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	30,922.405	3,944.645	0.128
VSa/S MQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	11,128.362	1,138.140	0.102
VSh/B Q	Vegetación Secundaria Herbácea de Bosque De Encino	726.467	56.265	0.077
<b>Total</b>		<b>2,885,932.046</b>	<b>4,726,909.481</b>	<b>-</b>

c) **Erosión hídrica en el SAR de acuerdo a la ecuación de Wischmeier y Smith:** para conocer el volumen de erosión hídrica, se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) representada por la siguiente fórmula (Wischmeier y Smith 1978) (los cálculos desarrollados se presentan en el **Anexo IV.2**).

$$A = R * K * LS * C * P$$

Dónde:

A = Pérdida de suelo promedio anual en [t/ha/año]

R = Factor erosividad de las lluvias en [MJ/ha\*mm/hr]

K = Factor erodabilidad del suelo en [t/ha. MJ\*ha/mm\*hr]

LS = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente), adimensional

C = Factor ordenación de los cultivos (cubierta vegetal), adimensional

P = Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo), adimensional.

Derivado del análisis de datos, se obtuvo un valor de erosión hídrica total por año de **18,283,932.730 m<sup>3</sup>** (Tabla IV. 13).

Tabla IV. 13 Erosión hídrica en el área del SAR para el escenario original.

Clave	Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Erosión total al año	Promedio (ton/ha/año)
HS	Agricultura e Humedad Semipermanente	358.626	7,759.441	21.637
RA	Agricultura e Riego Anual	27,794.079	303,496.352	10.919
RAP	Agricultura De Riego Anual y Permanente	7,659.140	228,426.196	29.824
RAS	Agricultura De Riego Anual y Semipermanente	50,780.831	869,254.071	17.118
RS	Agricultura de Riego Semipermanente	2,098.820	52,700.399	25.110
TA	Agricultura de Temporal Anual	397,341.355	12,686,285.243	31.928
TAP	Agricultura de Temporal Anual y Permanente	43,303.129	936,185.804	21.619
TAS	Agricultura de Temporal Anual y Semipermanente	1,384.107	67,850.108	49.021
TP	Agricultura de Temporal Permanente	3,343.441	121,141.328	36.233
AH	Asentamientos Humanos	39,372.813	0.000	0.000
BQ	Bosque de Encino	7,600.722	7,998.120	1.052
BQP	Bosque de Encino-Pino	1,862.475	1,764.999	0.948
BA	Bosque de Oyamel	336.827	217.641	0.646
BP	Bosque de Pino	80,864.778	149,534.998	1.849
BPQ	Bosque de Pino-Encino	68,924.225	78,090.698	1.133
BJ	Bosque de Táscate	388.614	217.136	0.559
BM	Bosque Mesófilo de Montaña	12,555.420	19,056.917	1.518
ML	Chaparral	5,449.432	14,530.561	2.666
H <sub>2</sub> O	Cuerpo de Agua	17,718.032	0.000	0.000
ADV	Desprovisto de Vegetación	182.393	2,910.857	15.959
VPI	Palmar Inducido	17,430.708	88,232.563	5.062
PC	Pastizal Cultivado	31,514.567	165,589.752	5.254
PI	Pastizal Inducido	96,341.687	378,546.035	3.929
VSI	Sabanoide	6,079.672	89,425.387	14.709
SBC	Selva Baja Caducifolia	207,529.170	66,825.211	0.322
SBK	Selva Baja Espinosa Caducifolia	485.800	24.816	0.051
SMC	Selva Mediana Caducifolia	1,805.009	974.530	0.540
SMS	Selva Mediana Subcaducifolia	224.855	202.744	0.902
SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	3,456.931	2,903.088	0.840
DV	Sin Vegetación Aparente	1,834.042	59,514.927	32.450
VU	Vegetación de Dunas Costeras	405.306	641.964	1.584
VG	Vegetación de Galería	970.266	129.195	0.133
VSA/BQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino	73,198.553	82,451.093	1.126

Clave	Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Erosión total al año	Promedio (ton/ha/año)
VSA/BQP	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Encino-Pino	34,535.612	34,208.610	0.991
VSA/MK	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Mezquite	44.357	12.915	0.291
VSA/BP	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Pino	138,618.171	179,689.246	1.296
VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Pino-Encino	259,567.727	330,299.884	1.272
VSA/BJ	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Táscate	241.340	76.038	0.315
VSA/BM	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque Mesófilo De Montaña	14,717.569	30,071.869	2.043
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Caducifolia	85,264.323	27,375.330	0.321
VSA/SBS	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Baja Subcaducifolia	1,250.463	1,746.887	1.397
VSA/SMC	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Caducifolia	1,896.228	872.182	0.460
VSA/SMS	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subcaducifolia	3,153.910	2,459.815	0.780
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea De Selva Mediana Subperennifolia	1,027.989	589.106	0.573
VSa/BQ	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Encino	366,807.586	381,159.859	1.039
VSa/BQP	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Encino-Pino	111,256.061	129,450.593	1.164
VSa/MK	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Mezquite	755.917	163.947	0.217
VSa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Pino	119,309.661	171,295.115	1.436
VSa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Pino-Encino	298,532.334	373,300.176	1.250
VSa/BJ	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Táscate	834.295	330.526	0.396
VSa/BM	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque Mesófilo De Montaña	18,019.523	31,123.123	1.727
VSa/ML	Vegetación Secundaria Arbustiva De Chaparral	2,453.151	535.225	0.218
VSa/SBC	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Caducifolia	167,695.463	71,285.686	0.425
VSa/SBK	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Espinosa Caducifolia	4,946.233	390.689	0.079
VSa/SBS	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Baja Subcaducifolia	1,631.074	1,960.150	1.202
VSa/SMS	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subcaducifolia	30,922.405	25,056.479	0.810
VSa/SMQ	Vegetación Secundaria Arbustiva De Selva Mediana Subperennifolia	11,128.362	7,369.909	0.662
VSh/BQ	Vegetación Secundaria Herbácea De Bosque De Encino	726.467	227.198	0.313
	<b>Total</b>	<b>2,885,932.046</b>	<b>18,283,932.730</b>	-



#### IV.2.1.5 Degradación del suelo

La degradación de los suelos se refiere básicamente a los procesos desencadenados por las actividades humanas que reducen su capacidad actual y/o futura para sostener ecosistemas naturales o manejados, para mantener o mejorar la calidad del aire y agua, y para preservar la salud humana. En general, se reconocen dos tipos de deterioro: el que implica el desplazamiento del suelo (erosión) y el que se refleja en un detrimento de la calidad del suelo. Tal como sucede en el resto del mundo, la erosión hídrica es la primera causa de degradación en México (SEMARNAT, 2002).

De acuerdo con el catálogo de metadatos geográficos de degradación del suelo en la República Mexicana, generados por la SEMARNAT (2012), escala 1:250,000, dentro del área del SAR se encuentran los siguientes tipos de degradación de suelos: degradación física por compactación; degradación física por pérdida de la función productiva; degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica; erosión hídrica con deformación del terreno y erosión hídrica con pérdida del suelo superficial (Tabla IV. 14 y Figura IV. 14).

La suma de estos distintos tipos de degradación de suelo, corresponden a un total de 1,239,213.546 ha, lo que representa un 42.940 % de la superficie total del SAR.

Tabla IV. 14 Tipos de degradación del suelo en el área del SAR.

Tipo	Grado	Causa	Superficie (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
Degradación física por compactación	Ligero	Sobrepastoreo	14,819.908	22,111.377	0.766
	Moderado	Deforestación y remoción de la vegetación	7,291.469		
Degradación física por pérdida de la función productiva	Extremo	Urbanización	3,391.223	3,391.223	0.118
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas	142,804.465	363,120.854	12.582
		Actividades agrícolas / Actividades industriales	10,906.145		
		Actividades agrícolas / Deforestación y remoción de la vegetación	20,122.905		
		Actividades agrícolas / Sobrepastoreo	9,148.322		
		Actividades agrícolas / Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico	9,476.358		
		Deforestación y remoción de la vegetación	61,735.385		



Tipo	Grado	Causa	Superficie (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
		Sobrepastoreo / Actividades agrícolas	4,749.454		
		Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico / Actividades agrícolas	21,967.951		
		Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico / Deforestación y remoción de la vegetación	28,020.993		
	Moderado	Actividades agrícolas	41,171.966		
		Deforestación y remoción de la vegetación	13,016.910		
Erosión hídrica con deformación del terreno	Fuerte	Sobrepastoreo / Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico	4,301.522	68,731.565	2.382
	Ligero	Sobrepastoreo	230.337		
	Moderado	Actividades agrícolas / Sobrepastoreo	12,046.806		
		Deforestación y remoción de la vegetación	8,552.342		
		Sobrepastoreo	16,675.400		
		Sobrepastoreo / Actividades agrícolas	8,702.261		
		Sobrepastoreo / Deforestación y remoción de la vegetación	15,973.826		
Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico / Actividades agrícolas	2,249.071				
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Ligero	Actividades agrícolas	27,120.931	781,858.527	27.092
		Actividades agrícolas / Deforestación y remoción de la vegetación	17,977.539		
		Actividades agrícolas / Sobrepastoreo	49,921.577		
		Deforestación y remoción de la vegetación	209,828.258		
		Sobrepastoreo	211,888.819		
		Sobrepastoreo / Actividades agrícolas	102,760.386		
		Sobrepastoreo / Deforestación y remoción de la vegetación	21,441.802		
		Sobrepastoreo / Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico	10,106.198		
		Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico / Actividades agrícolas	54,124.028		
		Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico / Deforestación y remoción de la vegetación	13,343.046		
	Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico / Sobrepastoreo	17,345.531			
	Moderado	Deforestación y remoción de la vegetación	718.342		
		Sobrepastoreo	39,605.259		
		Sobrepastoreo / Actividades agrícolas	2,293.846		
		Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico / Deforestación y remoción de la vegetación	3,382.965		
		<b>Total</b>	<b>1,239,213.546</b>		

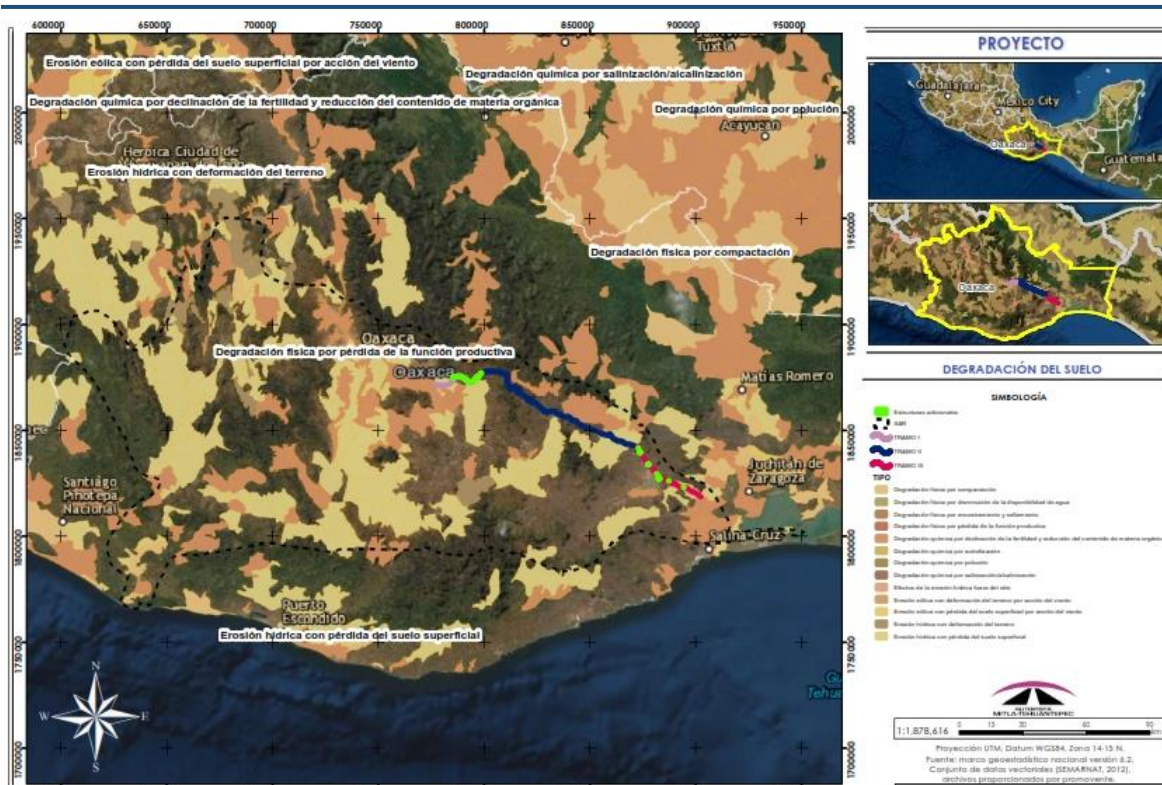


Figura IV. 14 Degradación del suelo en el área del SAR.

### IV.2.1.6 Fisiografía

La fisiografía es la visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del análisis integral de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica; para formar unidades relativamente homogéneas, las cuales se clasifican de la siguiente manera (INEGI, 2022):

- a) Provincia Fisiográfica: Conjunto estructural de origen geológico unitario, con morfología propia y distintiva.
- b) Subprovincia/Discontinuidad Fisiográfica: Subregiones de una provincia fisiográfica con características distintivas.
- c) Sistema de Topoformas: Conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos.

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales fisiográficos, continuo nacional, serie I, escala 1:1,000,000, correspondiente al tema de provincias, subprovincias fisiográficas y sistema de topoformas de INEGI (2001), el área del SAR presenta la siguiente clasificación fisiográfica:

**a) Provincia fisiográfica:** El área del SAR se encuentra dentro de las provincias fisiográficas Sierra Madre del Sur y la Cordillera Centroamericana (Tabla IV. 15 y Figura IV. 15).

- De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2007) la Sierra Madre del Sur, se caracteriza por ser una cadena montañosa irregular, que se extiende a lo largo de 1,200 km entre el occidente de Jalisco y el Istmo de Tehuantepec, donde oscila una altitud media entre los 2,000 msnm y 3,710 msnm. Comprende parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

Es una sierra muy compleja, que presenta montañas formadas por rocas de diversos tipos, con predominancia de rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias. La Sierra Madre del Sur tiene como basamento rocas cristalinas y metamórficas, calizas plegadas y otros sedimentos, así como lavas e intrusiones (INECC, 2007).

- Por su parte, la Cordillera Centroamericana, ocupa parte de Chiapas y Oaxaca, esta provincia es una cadena montañosa formada por un antiguo batolito cuya edad varía del Paleozoico inferior al medio; con elevaciones de 900 a 2,900 msnm, altura que se alcanza en las inmediaciones del volcán de Tacaná (4,117 m) formado por rocas ígneas. La porción superior de las rocas del basamento está cubierta por rocas de diferentes edades, que varían desde cuarcitas del Paleozoico medio (sur de Tehuantepec) hasta calizas cretácicas (entre La Concordia y Cintalapa, Chiapas) (INECC, 2007).

Tabla IV. 15 Provincias fisiográficas en el área del SAR.

Clave	Nombre	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
XII	Sierra Madre Del Sur	2,818,176.081	97.652
XV	Cordillera Centroamericana	51,607.751	1.788
H <sub>2</sub> O	Cuerpo de agua	16,148.214	0.560
	<b>Total</b>	<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>

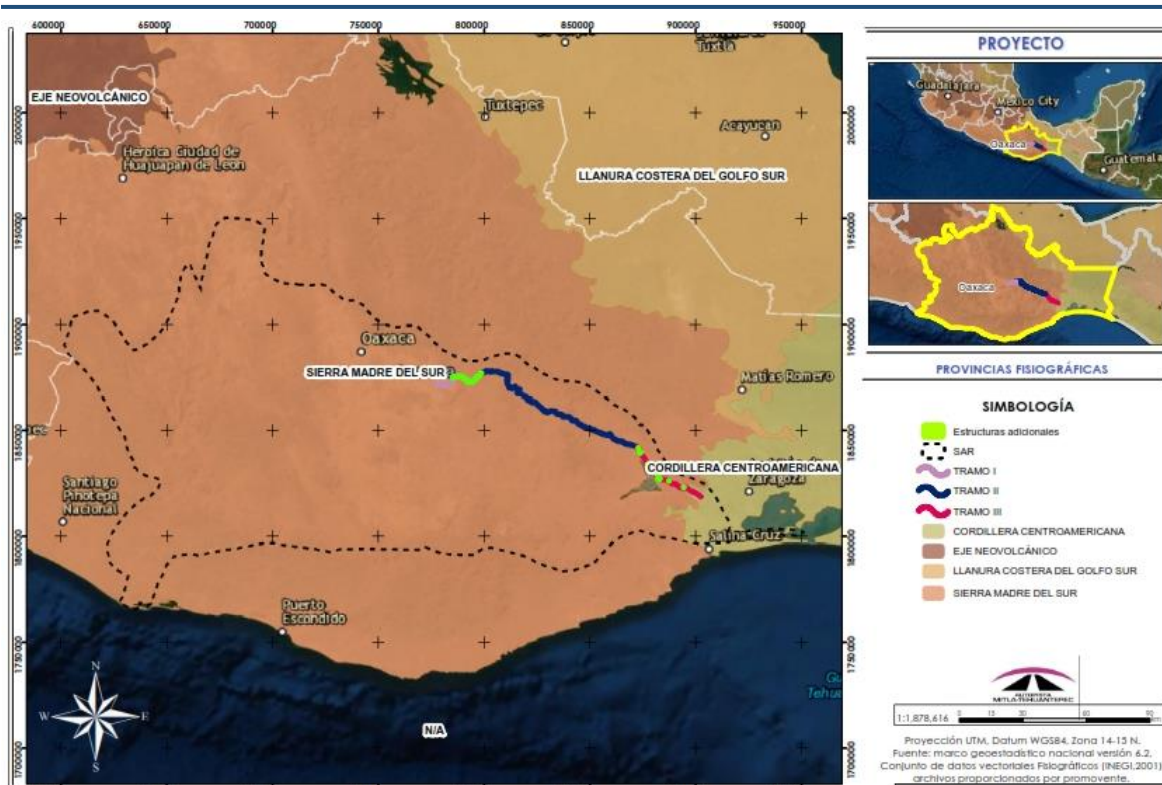


Figura IV. 15 Provincias fisiográficas en el área del SAR.

**a) Subprovincia fisiográfica:** En el área del SAR se presentan siete subprovincias fisiográficas, de las cuales, la Cordillera Costera del Sur cuenta con mayor superficie (848,117.950 ha), y la menor corresponde a la Llanura del Istmo (51,607.75 ha) (Tabla IV. 16 y Figura IV. 16)

Tabla IV. 16 Subprovincias fisiográficas en el área del SAR.

ID	Tipo	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
1	Cordillera Costera del Sur	848,117.950	29.388
2	Sierras Orientales	700,689.691	24.279
3	Sierras y Valles de Oaxaca	672,805.251	23.313
4	Sierras Centrales de Oaxaca	303,352.277	10.511
5	Mixteca Alta	220,117.732	7.627
6	Costas del Sur	73,092.230	2.533
7	Llanura del Istmo	51,607.751	1.788
8	Cuerpo de agua perenne	16,149.164	0.560
<b>Total</b>		<b>2,885,932.046</b>	<b>100</b>



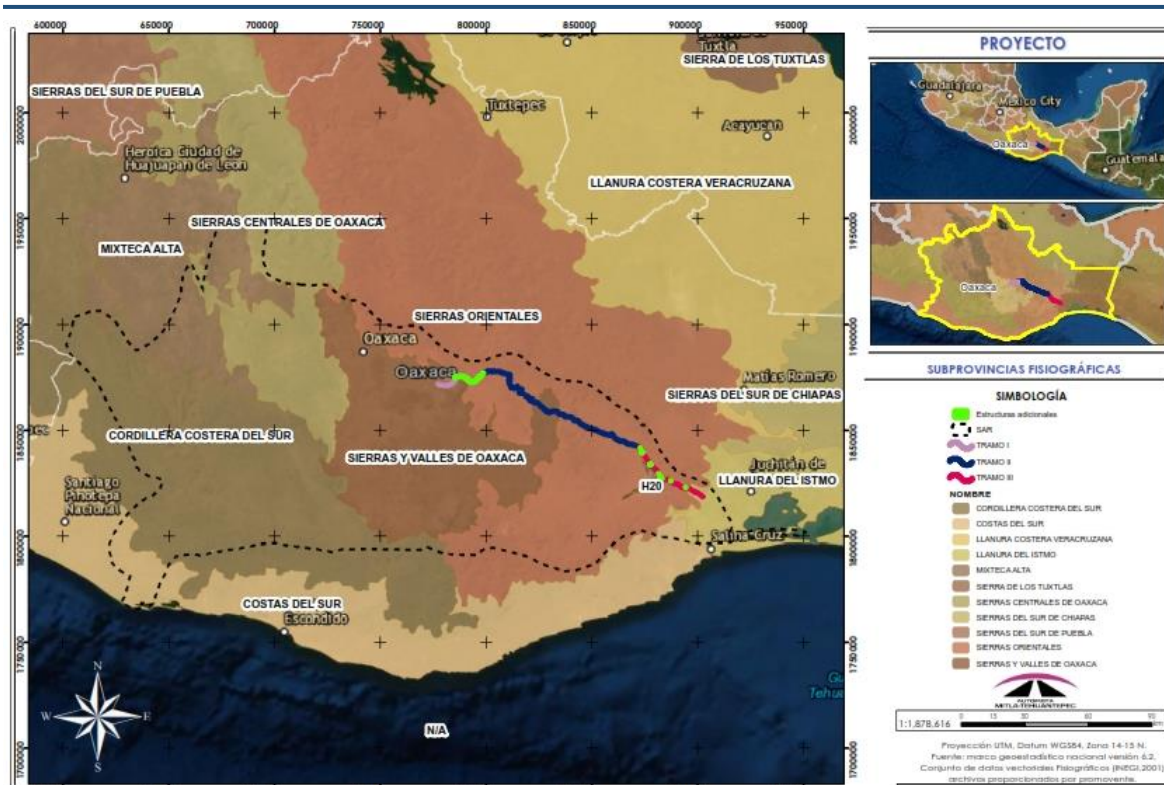


Figura IV. 16 Subprovincias fisiográficas en el área del SAR.

**b) Sistema de toposformas:** El área del SAR cuenta con una clasificación de 22 sistemas de toposformas y cuerpos de agua, de los cuales, las sierras representan la mayor superficie, con un 77.202% de ocupación (Tabla IV. 17 y Figura IV. 17). A continuación, se hace una breve descripción de los principales sistemas de toposformas en el área del SAR (INEGI, 2022).

- Cañón: Paso estrecho o garganta profunda entre dos altas montañas por donde suelen correr los ríos.
- Llanura: Campo o terreno igual y dilatado, sin altos ni bajos.
- Lomeríos: Elevaciones de tierra de altura pequeña y prolongada.
- Meseta: Planicie extensa de una región que se encuentra a una altitud mayor de 500 m sobre el nivel del mar.
- Playa o barra: Banco de arena, se forma en la embocadura de algunos ríos debido a la lentitud de su desplazamiento y hace peligrosa su navegación.
- Sierra: Sucesión de montañas que abarcan grandes extensiones de terreno.
- Valle: Llanura o cuenca entre montañas.

Tabla IV. 17 Sistemas de topofomas en el área del SAR.

ID	Nombre	Descripción	Clave	Superficie (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
1	Cañón	Cañón típico	700-0/01	95,555.276	95,555.276	3.311
2	Cuerpo de agua	N/a	H2O	16,149.165	16,149.165	0.560
3	Llanura	Llanura aluvial con lomerío	502-0/02	43,929.838	156,149.879	5.411
4		Llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado	502-2/02	30,011.333		
5		Llanura costera	500-0/01	47,918.814		
6		Llanura costera con lomerío	502-0/03	29,793.389		
7		Llanura costera inundable con lagunas costeras	523-3/03	2,539.489		
8		Llanura costera salina	500-4/01	1,957.016		
9	Lomerío	Lomerío con cañadas	220-0/01	23,358.584	223,843.086	7.756
10		Lomerío con llanuras	205-0/01	112,722.222		
11		Lomerío típico	200-0/01	87,762.280		
12	Meseta	Meseta de aluvi3n antiguo con lomerío	302-0/02	14,495.363	14,495.363	0.502
13	Playa o Barra	Playa o barra inundable y salina	P00-5/01	1,731.885	1,731.885	0.060
14	Sierra	Sierra alta compleja	100-0/01	1,253,364.739	2,228,003.810	77.202
15		Sierra baja	100-0/05	18,582.767		
16		Sierra baja compleja	100-0/04	285,557.241		
17		Sierra baja compleja con cañadas	120-0/04	52,700.292		
18		Sierra compleja	100-0/01	43,359.432		
19		Sierra de cumbres tendidas	100-0/02	401,680.304		
20		Sierra de laderas tendidas	100-0/03	172,759.035		
21	Valle	Valle de laderas escarpadas con lomerío	602-0/01	6,402.174	150,003.582	5.198
22		Valle de laderas tendidas con lomerío	602-0/02	135,828.425		
23		Valle intermontano	600-0/03	7,772.983		
<b>Total</b>				<b>2,885,932.046</b>	<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>



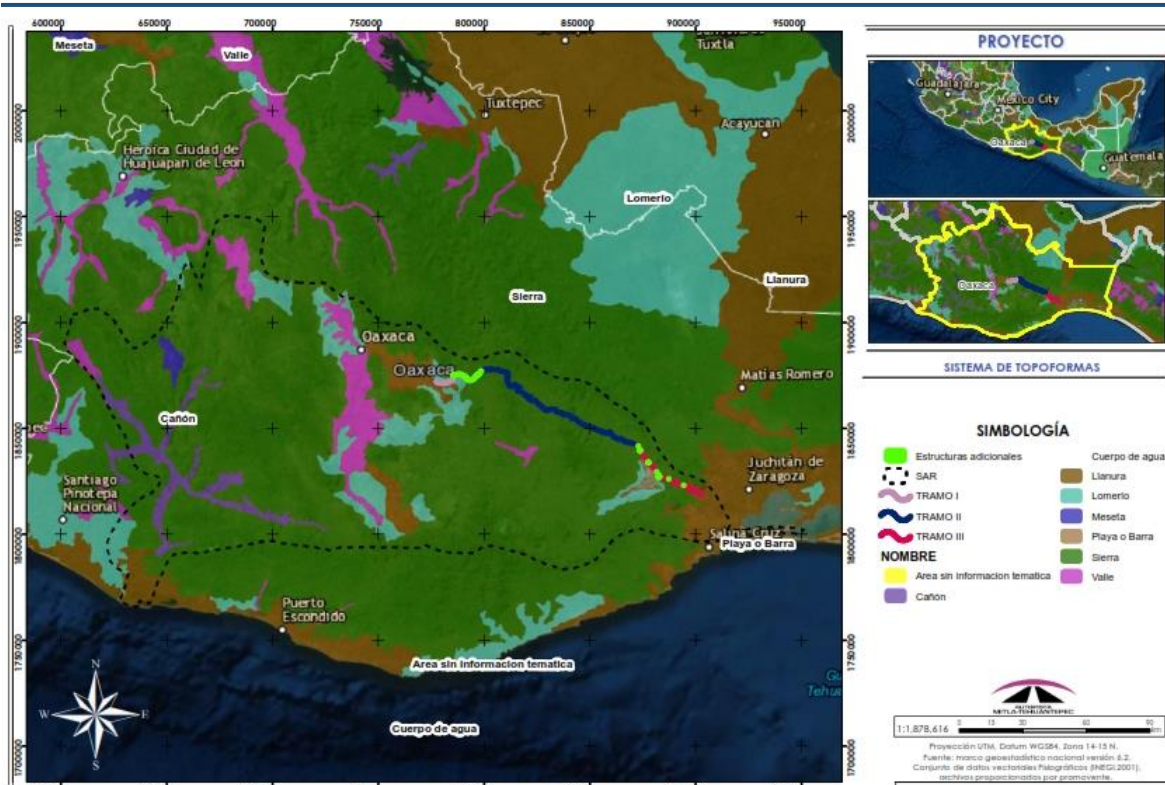


Figura IV. 17. Sistemas de topofomas en el área del SAR.

### IV.2.1.7 Fallas geológicas

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales geológicos, continuo Nacional, escala 1:1,000,000, capa de fallas y fracturas de INEGI (2002), en el área del SAR se encuentran las siguientes fallas, fracturas y ejes estructurales, las cuales se definen de la siguiente manera (Tabla IV. 18 y Figura IV. 18):

- Eje estructural: representa la traza del plano axial de un pliegue de rocas sedimentarias en la superficie del terreno, refiriéndose a la forma que adoptan las capas de roca, las cuales forman estructuras cóncavas o convexas.
- Fallas: traza del plano de ruptura de la roca, a lo largo del cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa.
- Fractura: traza del plano de ruptura de la roca sin desplazamiento de los bloques que separa.

Tabla IV. 18 Ejes, fallas y fracturas en el área del SAR.

Tipo	Dirección	Cantidad	Suma de longitudes (km)
Eje estructural	Noroeste-Sureste	2	145.954
	Norte-Sur	2	
Falla	Noroeste-Sureste	8	143.559
	Norte-Sur	3	
Fractura	Noroeste-Sureste	40	1,011.946
	Noreste-Suroeste	34	
	Norte-Sur	15	
	Este-Oeste	1	
<b>Total</b>		<b>105</b>	<b>1,301.459</b>

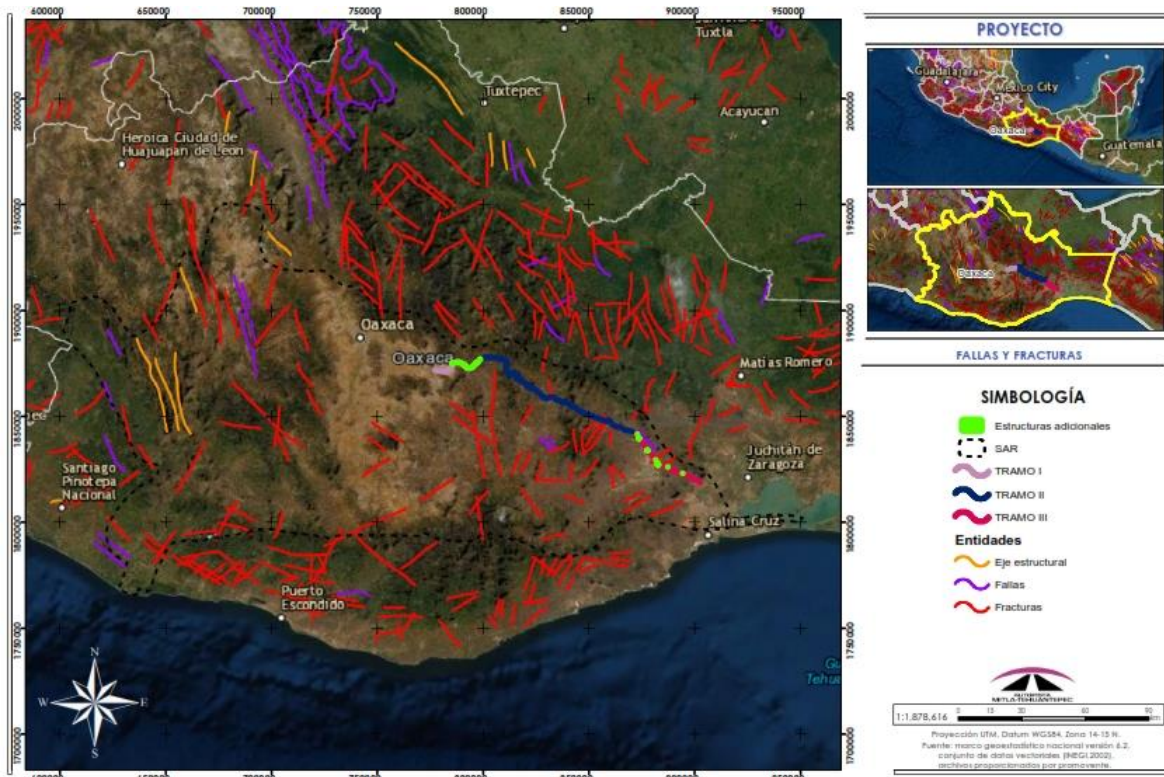


Figura IV. 18 Ejes, fallas y fracturas en el área del SAR.

#### IV.2.1.8 Hidrología superficial y subterránea

A continuación, se describen las regiones hidrológicas, cuencas, principales ríos y disponibilidad de acuíferos presentes en el área del SAR:

- a) Regiones Hidrológicas (RH):** En México se ubican 37 regiones hidrológicas definidas a partir de grandes parteaguas del país. En cada una de estas regiones hidrológicas está contenida, al menos una cuenca, y a su vez, no

existe cuenca alguna que esté en más de una región hidrológica (SEMARNAT, 2020). De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de la delimitación de regiones hidrológicas, escala 1:250,000, CONAGUA (2020), el área del SAR se encuentra presente dentro de las RH mostradas en la Tabla IV. 19 y Figura IV. 19:

Tabla IV. 19 RH en el área del SAR.

ID	Clave	Nombre	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
1	20	Costa Chica de Guerrero	1,723,898.335	59.735
2	22	Tehuantepec	1,046,545.309	36.264
3	28	Papaloapan	57,884.862	2.006
4	21	Costa de Oaxaca	30,884.908	1.070
5	18	Balsas	13,833.288	0.479
6	-	No aplica	9,133.842	0.316
7	29	Coatzacoalcos	3,751.502	0.130
<b>Total</b>			<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>

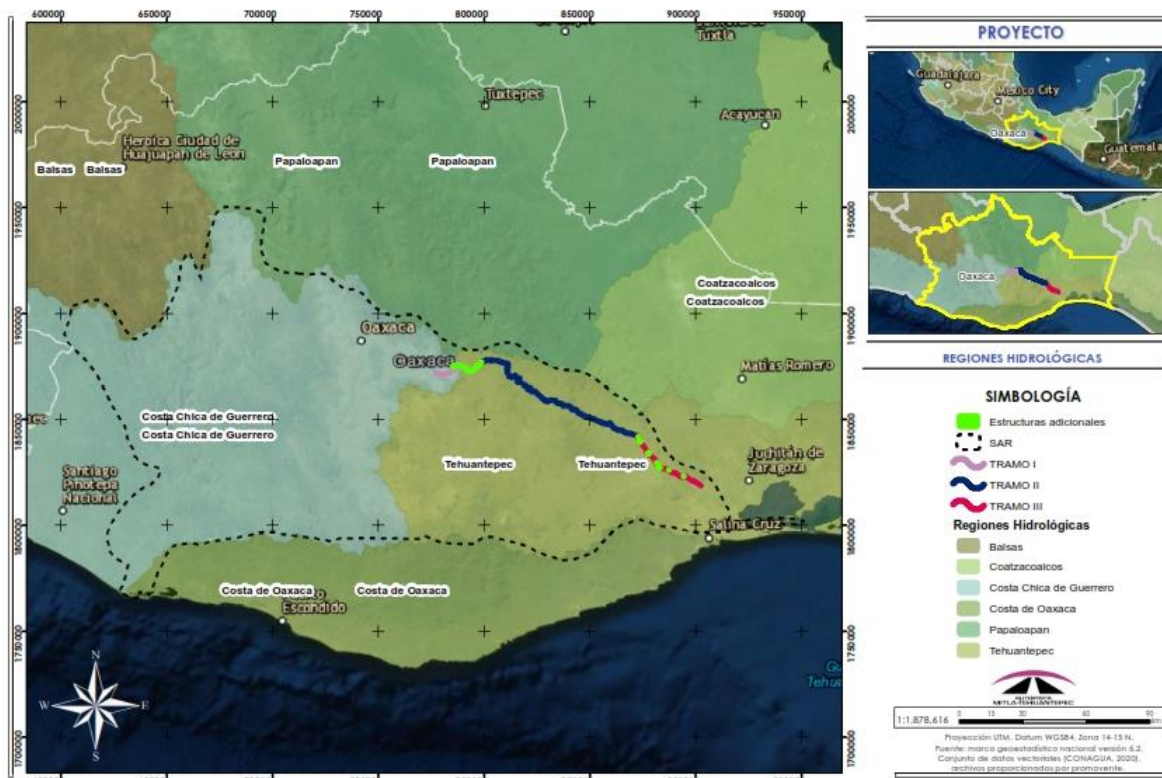


Figura IV. 19 RH en el área del SAR.

**b) Cuencas hidrológicas:** Las cuencas hidrológicas son unidades del territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que



convergen en uno principal o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar (SEMARNAT, 2020). De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de la delimitación de cuencas hidrológicas, escala 1:250,000, CONAGUA (2020), el área del SAR se encuentra presente dentro de las siguientes cuencas hidrológicas (Tabla IV. 20 y Figura IV. 20)

Tabla IV. 20 Cuencas hidrológicas en el área del SAR.

ID	Clave	Nombre	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
1	2030	Río Sordo-Yolotepec	714,231.527	24.749
2	2031	Río Atoyac-Paso de la Reina	554,170.052	19.202
3	2201	Río San Antonio	467,145.434	16.187
4	2203	Río Tehuantepec 1	254,728.405	8.827
5	2029	Río Atoyac-Tlapacoyan	220,326.436	7.634
6	2202	Río San Tequisistlán	218,031.642	7.555
7	2028	Río Atoyac-Salado	118,502.860	4.106
8	2032	Río Verde	101,005.042	3.500
9	2204	Río Tehuantepec 2	68,117.105	2.360
10	2802	Río Grande	38,480.126	1.333
11	2206	Río Los Perros 2	32,007.345	1.109
12	2024	Río La Arena 1	15,612.935	0.541
13	2805	Río Playa Vicente	15,540.558	0.538
14	2101	Río San Francisco	15,231.583	0.528
15	1805	Río Mixteco	13,833.289	0.479
16	-	No aplica	9,133.763	0.316
17	2205	Río Los Perros 1	6,515.385	0.226
18	2117	Río Astata 1	4,459.295	0.155
19	2110	Río Copalita 1	4,004.988	0.139
20	2910	Alto Río Coatzacoalcos	3,751.502	0.130
21	2118	Río Astata 2	3,351.886	0.116
22	2119	Río Mazatán	2,839.659	0.098
23	2803	Río Trinidad	2,176.853	0.075
24	2801	Río Salado	1,687.351	0.058
25	2102	Río Grande	439.353	0.015
26	2115	Río Ayuta 1	258.484	0.009
27	2104	Río Colotepec 1	245.576	0.009
28	2103	Río Manialtepec	54.073	0.002
29	2014	Río Infiernillo	49.539	0.002
<b>Total</b>			<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>

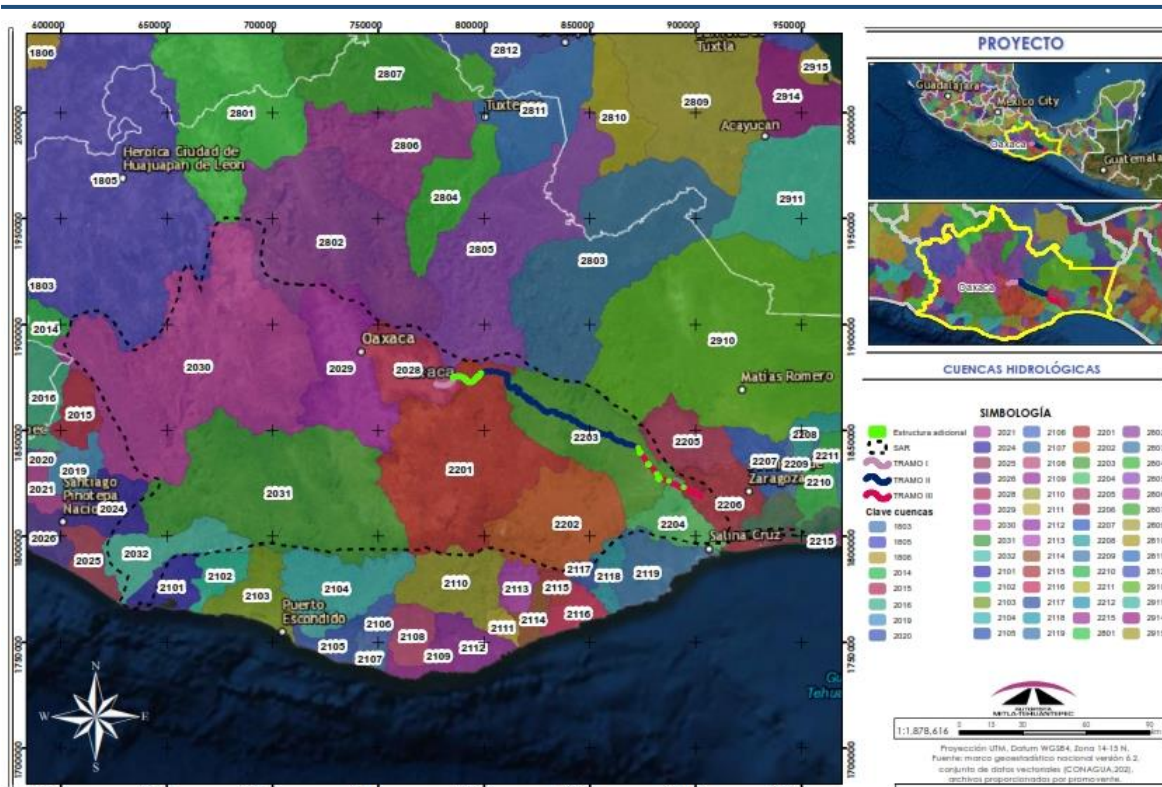


Figura IV. 20 Cuencas hidrológicas en el área del SAR.

**c) Principales ríos:** Los principales ríos de México componen una red hidrográfica extensa y heterogénea sobre el territorio nacional. En dicha red destacan 50 ríos como los de mayor escurrimiento superficial (SEMARNAT, 2020). De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de la delimitación de ríos principales, escala 1:250,000, de la CONAGUA (2020), en el área del SAR se encuentran los siguientes ríos principales (Tabla IV. 21 y Figura IV. 21):

Tabla IV. 21 Principales ríos en el área del SAR.

ID	Nombre	Vertiente	Longitud (km)
1	Verde	Pacífico y Golfo de California	633.282
2	Tehuantepec	Pacífico y Golfo de California	350.127
<b>Total</b>			<b>983.409</b>



Figura IV. 21 Principales ríos en el área del SAR.

- Disponibilidad de acuíferos:** De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales disponibilidad de acuíferos, escala 1:250,000, de la CONAGUA (2020), el área del SAR se encuentra inmerso en un total de 19 acuíferos, de los cuales, 16 se encuentran en estado de disponibilidad, mientras que los tres restantes se encuentran sin disponibilidad (Tabla IV. 22 y Figura IV. 22). En cuanto al área de las estructuras adicionales al proyecto estas se encuentran en el acuífero Valles centrales y Tehuantepec: De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2020) el acuífero Valles Centrales es de tipo libre heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior principalmente por depósitos granulares aluviales y fluviales, el espesor de los sedimentos que conforman la zona más productora del acuífero varía de 20 a 200 metros en el Valle de Etla, con un promedio efectivo de 60 metros; de 15 a 100 metros en el Valle de Tlacolula, con un espesor efectivo de 50 metros y de 10 a 100 metros en el Valle de Zimatlán .



De igual forma, el acuífero Tehuantepec está constituido por materiales aluviales de acarreo, como son arenas, limos y gravas, que rellenan la parte central del valle, por lo que se considera de tipo libre. Los espesores pueden oscilar entre los 15 y 60 metros. Este acuífero está limitado por rocas ígneas y metamórficas, siendo éstas las fronteras que funcionan como barreras laterales al flujo del agua subterránea (DOF, 2020).

Tabla IV. 22 Disponibilidad de acuíferos en el área del SAR.

Disponibilidad	Clave	Nombre	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
Con disponibilidad	2007	Tehuantepec	1,000,534.963	59.174
	2025	Valles Centrales	364,225.061	
	2016	Nochixtlán	133,343.844	
	2005	Miahuatlán	107,134.971	
	2012	Cuicatlán	41,167.429	
	2010	Tuxtepec	19,779.176	
	2019	Chacahua	11,704.107	
	2020	Santiago Astata	8,691.950	
	2017	Juxtlahuaca	6,922.608	
	2013	Coatzacoalcos	4,871.200	
	2015	Tamazulapan	3,969.896	
	2011	Huatulco	3,550.540	
	2021	Morro - Mazatan	1,417.652	
	2024	Colotepec - Tonameca	217.723	
	1235	Cuajinicuilapa	184.565	
2022	Bajos de Chila	18.081		
Sin disponibilidad	2004	Jamiltepec	1,100,228.106	40.819
	2009	Rio Verde - Ejutla	61,082.098	
	2018	Pinotepa Nacional	16,703.244	
No aplica	-	-	184.832	0.006
<b>Total</b>			<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>

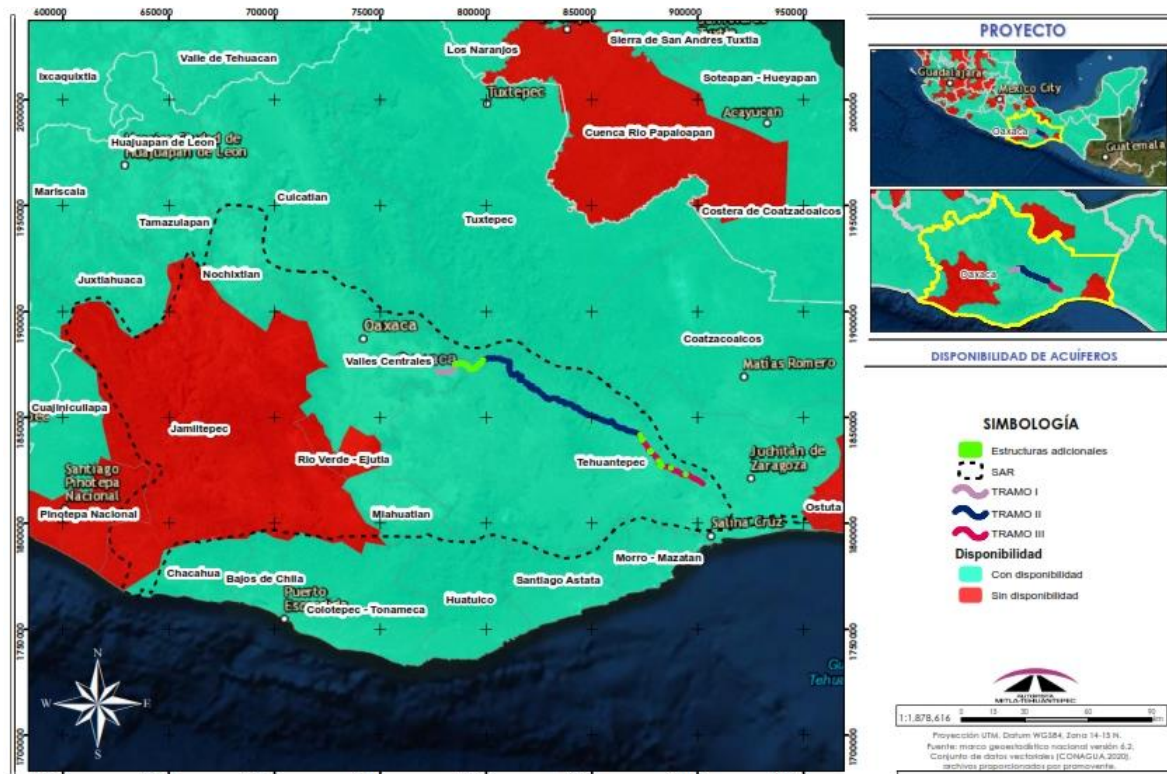


Figura IV. 22 Disponibilidad de acuíferos en el área del SAR.

## IV.2.2 Medio biótico

### IV.2.2.1 Usos de Suelo y Vegetación (USyV)

La cobertura vegetal de la tierra, representa información geoespacial de Interés Nacional, la cual muestra la distribución del uso del suelo agrícola, la vegetación natural e inducida del país, indica el uso pecuario y forestal y otros usos que se presentan en el territorio relacionados con la cubierta vegetal. Dicha información representa una herramienta básica que muestra las especies características que constituyen las comunidades vegetales de nuestro país, así como la información de su ecología, características y distribución tanto silvestres como cultivadas (INEGI, 2021).

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de USyV, escala 1:250,000, serie VII conjunto Nacional información de interés Nacional de INEGI (2018), en el área del SAR se encuentran un total de 58 USyV, de los cuales, la Agricultura de Temporal anual ocupa la mayor superficie con 397,341.343 ha (13.768 %, seguida de la Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Encino con 366,807.565 ha (12.710

%), mientras que la vegetación secundaria arbórea de bosque de mezquite con 44.357 ha representa la menor superficie (Tabla IV. 23 y Figura IV. 23).

Tabla IV. 23 USyV en el área del SAR.

ID	Descripción	Clave	Superficie (ha)	Porcentaje de Ocupación (%)
1	Agricultura de Temporal Anual	TA	397,341.343	13.768
2	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque De Encino	VSa/BQ	366,807.565	12.710
3	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque De Pino-Encino	VSa/BPQ	298,532.337	10.344
4	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque De Pino-Encino	VSA/BPQ	259,567.853	8.994
5	Selva Baja Caducifolia	SBC	207,529.115	7.191
6	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	VSa/SBC	167,695.477	5.811
7	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque De Pino	VSA/BP	138,618.235	4.803
8	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque De Pino	VSa/BP	119,309.647	4.134
9	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque De Encino-Pino	VSa/BQP	111,256.066	3.855
10	Pastizal Inducido	PI	96,341.710	3.338
11	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	VSA/SBC	85,264.331	2.954
12	Bosque de Pino	BP	80,864.762	2.802
13	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque De Encino	VSA/BQ	73,198.524	2.536
14	Bosque de Pino-Encino	BPQ	68,924.228	2.388
15	Agricultura De Riego Anual y Semipermanente	RAS	50,780.832	1.760
16	Agricultura De Temporal Anual y Permanente	TAP	43,303.128	1.500
17	Asentamientos Humanos	AH	39,372.803	1.364
18	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Encino-Pino	VSA/BQP	34,535.638	1.197
19	Pastizal Cultivado	PC	31,514.585	1.092
20	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subcaducifolia	VSa/SMS	30,922.426	1.071
21	Agricultura de Riego Anual	RA	27,794.088	0.963
22	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña	VSa/BM	18,019.515	0.624
23	Cuerpo de Agua	H <sub>2</sub> O	17,718.081	0.614
24	Palmar Inducido	VPI	17,430.708	0.604
25	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque Mesófilo de Montaña	VSA/BM	14,717.566	0.510
26	Bosque Mesófilo de Montaña	BM	12,555.470	0.435
27	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	VSa/SMQ	11,128.361	0.386
28	Agricultura de Riego Anual y Permanente	RAP	7,659.134	0.265
29	Bosque de Encino	BQ	7,600.723	0.263
30	Sabanoide	VSI	6,079.657	0.211
31	Chaparral	ML	5,450.455	0.189
32	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Caducifolia	VSa/SBK	4,946.230	0.171
33	Selva Mediana Subperennifolia	SMQ	3,456.930	0.120
34	Agricultura de Temporal Permanente	TP	3,343.440	0.116
35	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	VSA/SMS	3,153.931	0.109
36	Vegetación Secundaria Arbustiva De Chaparral	VSa/ML	2,453.150	0.085

ID	Descripción	Clave	Superficie (ha)	Porcentaje de Ocupación (%)
37	Agricultura de Riego Semipermanente	RS	2,098.820	0.073
38	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Caducifolia	VSA/SMC	1,896.228	0.066
39	Bosque de Encino-Pino	BQP	1,862.477	0.065
40	Sin Vegetación Aparente	DV	1,834.037	0.064
41	Selva Mediana Caducifolia	SMC	1,805.008	0.063
42	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Baja Subcaducifolia	VSa/SBS	1,631.074	0.057
43	Agricultura de Temporal Anual y Semipermanente	TAS	1,384.106	0.048
44	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Subcaducifolia	VSA/SBS	1,250.463	0.043
45	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	VSA/SMQ	1,027.986	0.036
46	Vegetación de Galería	VG	970.265	0.034
47	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque De Tásate	VSa/BJ	834.296	0.029
48	Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque De Mezquite	VSa/MK	755.917	0.026
49	Vegetación Secundaria herbácea de Bosque De Encino	VSh/BQ	726.467	0.025
50	Selva Baja Espinosa Caducifolia	SBK	485.800	0.017
51	Vegetación de Dunas Costeras	VU	405.304	0.014
52	Bosque de Tásate	BJ	388.615	0.013
53	Agricultura de Humedad Semipermanente	HS	358.626	0.012
54	Bosque de Oyamel	BA	336.827	0.012
55	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Tásate	VSA/BJ	241.340	0.008
56	Selva Mediana Subcaducifolia	SMS	224.859	0.008
57	Desprovisto de Vegetación	ADV	181.130	0.006
58	Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Mezquite	VSA/MK	44.357	0.002
<b>Total</b>			<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>





Figura IV. 23 USyV en el área del SAR.

### IV.2.3 Flora silvestre

Aunado a los USyV reportados por INEGI (2018) en su conjunto de datos vectoriales, se llevaron a cabo recorridos en las áreas circundantes a las estructuras adicionales al proyecto de los tramos I y III, a cargo de ingenieros forestales y biólogos expertos en identificación de flora silvestre, esto con el objetivo de obtener una caracterización más precisa de las especies de flora silvestre que se encuentra en el SAR.

Derivado de los recorridos, se identificaron 61 especies de flora silvestre, agrupadas en 21 órdenes, 28 familias y 50 géneros. A continuación, se describen la distribución de las especies en las diferentes categorías de riesgo Nacionales e Internacionales (Tabla IV. 24):

- **NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010:** Se encontró una sola especie en la categoría de Amenazada (A), correspondiente a *Guaiacum coulteri*, dicha categoría refiere aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano



plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

- **Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN):**

a) Se encontraron 44 especies en la categoría de Preocupación Menor (LC), lo cual se refiere a cuando un taxón ha sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado.

b) Se registraron tres especies en la categoría de Vulnerable (VU), un taxón es vulnerable cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios "A" a "E" para Vulnerable y, se considera que está enfrentando un riesgo de extinción.

- **Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES):** En el Apéndice II se registraron cuatro especies. Este apéndice hace referencia a las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio.

- **Distribución de las especies dentro del territorio nacional:**

a) Se registraron 42 especies nativas, lo que hace referencia a las especies que se encuentran dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área.

b) Se registraron 18 especies Endémicas/Nativas. Una especie es Endémica cuando se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región.

c) Así mismo se localizó una especie exótica, un taxón es exótico cuando es introducida fuera de su área de distribución original.

Tabla IV. 24 Lista de especies de flora silvestre en el área circundante a las obras.

Id	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Autoría taxonómica	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	Distribución
1	Arecales	Arecaceae	<i>Sabal</i>	<i>Sabal mexicana</i>	Mart.	Guano	-	LC	-	Endémica/Nativa
2	Asparagales	Asparagaceae	<i>Agave</i>	<i>Agave potatorum</i>	Zucc.	Maguey tobalá	-	VU	-	Endémica/Nativa
3	Asterales	Asteraceae	<i>Chromolaena</i>	<i>Chromolaena collina</i>	(DC.) R.M. King & H. Rob	Hierba del ángel	-	-	-	Nativa
4	Asterales	Asteraceae	<i>Dyssodia</i>	<i>Dyssodia papposa</i>	(Vent.) Hitchc.	Flamenquilla	-	-	-	Endémica-Nativa
5	Asterales	Asteraceae	<i>Lagascea</i>	<i>Lagascea helianthifolia</i>	Kunth	Capitaneja	-	-	-	Nativa
6	Asterales	Asteraceae	<i>Stevia</i>	<i>Stevia organoides</i>	Kunth	<i>Stevia organoides</i>	-	-	-	Endémica/Nativa
7	Boraginales	Cordiaceae	<i>Cordia</i>	<i>Cordia alliodora</i>	(Ruiz & Pav.) Oken	Aguardientillo	-	LC	-	Nativa
8	Boraginales	Cordiaceae	<i>Varronia</i>	<i>Varronia curassavica</i>	Jacq.	Bolita prieta	-	-	-	Nativa
9	Brassicales	Capparaceae	<i>Crateva</i>	<i>Crateva tapia</i>	L.	Manzana de playa	-	LC	-	Nativa
10	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>Opuntia decumbens</i>	Salm-Dyck	Nopal de culebra	-	LC	II	Nativa
11	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Pachycereus</i>	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	(Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose	Hetcho	-	LC	II	Endémica/Nativa
12	Commelinales	Commelinaceae	<i>Commelina</i>	<i>Commelina virginica</i>	L.	Hierba del pollo	-	-	-	Nativa
13	Cupressales	Cupressaceae	<i>Juniperus</i>	<i>Juniperus flaccida</i>	Schltld.	Enebro triste	-	LC	-	Nativa
14	Ericales	Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>Arbutus xalapensis</i>	Kunth.	Madroño	-	LC	-	Nativa
15	Ericales	Ericaceae	<i>Arctostaphylos</i>	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Kunth.	Pinguica	-	LC	-	Nativa
16	Ericales	Primulaceae	<i>Bonellia</i>	<i>Bonellia macrocarpa</i>	(Cav.) B.Ståhl & Källersjö	Amole	-	LC	-	Nativa
17	Ericales	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	(Kunth) T.D.Penn.	Coma	-	LC	-	Nativa
18	Fabales	Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia pennatula</i>	(Schltld. & Cham.) Benth.	Tepame	-	-	-	Nativa
19	Fabales	Fabaceae	<i>Coulteria</i>	<i>Coulteria velutina</i>	(Britton & Rose) Sotuyo & G.P. Lewis	Frijolillo	-	LC	-	Nativa
20	Fabales	Fabaceae	<i>Dalea</i>	<i>Dalea foliolosa</i>	Barneby	Almaraduz	-	-	-	Nativa
21	Fabales	Fabaceae	<i>Diphysa</i>	<i>Diphysa floribunda</i>	Peyr.	Flor de gallito	-	LC	-	Nativa

Id	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Autoría taxonómica	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	Distribución
22	Fabales	Fabaceae	<i>Eysenhardtia</i>	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	(Ortega) Sarg.	Palo azul	-	LC	-	Nativa
23	Fabales	Fabaceae	<i>Haematoxylum</i>	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	H. Karst.	Palo brasil	-	LC	-	Nativa
24	Fabales	Fabaceae	<i>Libidibia</i>	<i>Libidibia sclerocarpa</i>	(Standl.) Britton y Rose	Ébano	-	-	-	Nativa
25	Fabales	Fabaceae	<i>Lysiloma</i>	<i>Lysiloma acapulcense</i>	(Kunth) Benth.	Tepehuaje	-	LC	-	Nativa
26	Fabales	Fabaceae	<i>Lysiloma</i>	<i>Lysiloma divaricatum</i>	(Jacq.) J.F.Macbr.	Mauto	-	LC	-	Nativa
27	Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	Ortega	Espino	-	LC	-	Nativa
28	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus castanea</i>	Née	Encino capulincillo	-	LC	-	Nativa
29	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus glaucooides</i>	M.Martens & Galeotti	Encino prieto	-	LC	-	Endémica/Nativa
30	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus laurina</i>	Humb. & Bonpl.	Encino laurelillo	-	LC	-	Nativa
31	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Née	Encino amarillo	-	LC	-	Endémica/Nativa
32	Fagales	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus rugosa</i>	Née	Encino quiebra hacha	-	LC	-	Nativa
33	Gentianales	Rubiaceae	<i>Genipa</i>	<i>Genipa americana</i>	L.	Jagua	-	LC	-	Nativa
34	Gentianales	Rubiaceae	<i>Randia</i>	<i>Randia aculeata</i>	L.	Crucecita	-	LC	-	Nativa
35	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus</i>	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	(Pax) I.M. Johnst.	Mala mujer	-	LC	-	Endémica/Nativa
36	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia pteroneura</i>	A. Berger	Akam-xiu	-	-	II	Endémica/Nativa
37	Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Bunchosia</i>	<i>Bunchosia lindeniana</i>	A. Juss.	Nanche de perro	-	LC	-	Nativa
38	Malvales	Bixaceae	<i>Cochlospermum</i>	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	(Willd.) Spreng.	Algodón silvestre	-	LC	-	Nativa
39	Malvales	Malvaceae	<i>Luehea</i>	<i>Luehea candida</i>	(Moc. & Sessé ex DC.) Mart.	Algodoncillo	-	LC	-	Nativa
40	Malvales	Malvaceae	<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus americanus</i>	L.	Jonote	-	LC	-	Endémica/Nativa
41	Pinales	Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>Pinus devoniana</i>	Lindl.	Pino escobetón	-	LC	-	Nativa
42	Pinales	Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>Pinus lawsonii</i>	Roezl ex Gordon	Pino hortiguillo	-	LC	-	Endémica/Nativa

Id	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Autoría taxonómica	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	Distribución
43	Pinales	Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>Pinus teocote</i>	Shaw	Pino azteca	-	LC	-	Nativa
44	Poales	Bromeliaceae	<i>Bromelia</i>	<i>Bromelia karatas</i>	L.	-	-	-	-	Nativa
45	Poales	Poaceae	<i>Digitaria</i>	<i>Digitaria insularis</i>	(L.) Fedde	Plumerillo café	-	LC	-	Nativa
46	Poales	Poaceae	<i>Echinochloa</i>	<i>Echinochloa colona</i>	(L.) Link	Arroz del monte	-	LC	-	Exótica
47	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Gaga</i>	<i>Gaga cuneata</i>	(Kaulf. ex Link) F.W. Li & Windham	<i>Gaga cuneata</i>	-	-	-	Endémica/Nativa
48	Polypodiales	Pteridaceae	<i>Myriopteris</i>	<i>Myriopteris aurea</i>	(Poir.) Grusz & Windham	Helecho dorado	-	-	-	Nativa
49	Santalales	Olacaceae	<i>Ximenia</i>	<i>Ximenia americana</i>	L.	Ciruelillo	-	LC	-	Nativa
50	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Amphipterygium</i>	<i>Amphipterygium adstringens</i>	(Schltdl.) Standl.	Cuachalalate	-	VU	-	Endémica/Nativa
51	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Pseudosmodingium</i>	<i>Pseudosmodingium andrieuxii</i>	(Baill.) Engl.	Hinchador	-	-	-	Endémica/Nativa
52	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Pseudosmodingium</i>	<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	(Kunth) Engl.	Cuajote	-	LC	-	Endémica/Nativa
53	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Rhus</i>	<i>Rhus virens</i>	Lindh. ex A. Gray	Capulín	-	LC	-	Nativa
54	Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera bipinnata</i>	(Sessé & Moc. ex DC.) Engl.	Copal santo	-	LC	-	Nativa
55	Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera excelsa</i>	(Kunth) Engl.	Árbol del copal santo	-	LC	-	Endémica/Nativa
56	Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera fagaroides</i>	(Kunth) Engl.	Torote	-	LC	-	Nativa
57	Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera lancifolia</i>	(Schltdl.) Engl.	Aceitillo	-	LC	-	Endémica/Nativa
58	Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera simaruba</i>	(L.) Sarg.	Palo mulato	-	LC	-	Nativa
59	Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i>	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	Rose	Garabato	-	LC	-	Endémica/Nativa
60	Sapindales	Sapindaceae	<i>Dodonaea</i>	<i>Dodonaea viscosa</i>	(L.) Jacq.	Chapulixtle	-	LC	-	Nativa
61	Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum</i>	<i>Guaiacum coulteri</i>	A. Gray	Árbol santo	A	VU	II	Nativa

#### IV.2.4 Fauna silvestre

Con el objetivo de obtener información referente a las especies de fauna en el área original del proyecto y SAR, se consultó la plataforma Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2020), en la que se llevó a cabo la delimitación del cuadrante presentado en la siguiente Tabla. Como resultado se obtuvo un registro de 122,403 especies de fauna, de las cuales 3,054 especies corresponden a la Clase Amphibia, 110,844 especies a la Clase Aves, 5,637 a la Clase Mammalia y 2,868 a la Clase Reptilia (la base de datos se muestra en el **Anexo IV.3**).

Tabla IV. 25 Coordenadas de la zona delimitada para la búsqueda de información de especies de fauna en GBIF para el SA, en UTM WGS84 Zona 14 y Zona 15.

ID	Coordenada X	Coordenada Y
1	616524	1896556
2	606764	1788471
3	262738	1798965
4	218582	1903373

Aunado a esto, se llevaron a cabo recorridos de campo por parte de un equipo de biólogos, con el objetivo de identificar la fauna silvestre que se encuentra en la periferia de las estructuras adicionales al proyecto.

Derivado de los recorridos, se logró la identificación de 36 especies de fauna silvestre, agrupadas en tres clases, 10 órdenes, 26 familias y 32 géneros. A continuación, se describen la distribución de las especies en las diferentes categorías de riesgo Nacionales e Internacionales (Tabla IV. 26).

- **NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010:** Se encontraron dos especies en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr), dicha categoría refiere a aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.
- **Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN):** Se registraron 31 especies en la categoría de Preocupación Menor (LC). Lo cual se refiere a cuando un taxón ha sido evaluado, no cumple ninguno de



los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado.

- **Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES):** En el Apéndice II se registró una especie. Este apéndice hace referencia a las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio.
- **Distribución de las especies dentro del territorio nacional:**
  - a) Se registraron 30 especies nativas, lo que hace referencia a las especies que se encuentran dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área.
  - b) Se registraron cuatro especies en la categoría Nativa/Endémica y una especie en la categoría Endémica/Nativa. Una especie es Endémica cuando se encuentra restringida a una región. El término endémico es relativo y siempre se usa con referencia a la región.

Tabla IV. 26 Listado de especies de fauna silvestre.

ID	Clase	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	Distribución
1	Aves	Apodiformis	Trochilidae	Archilochus	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	-	-	-	-
2	Aves	Apodiformis	Tyrannidae	Contopus	<i>Contopus pertinax</i>	Papamoscas José María	-	LC	-	Nativa
3	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	-	LC	-	Nativa
4	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	-	LC	-	Nativa
5	Aves	Falconiformes	Falconidae	Falco	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	-	LC	II	Nativa
6	Aves	Passeriformes	Aegithalidae	Psaltriparus	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	-	LC	-	Nativa
7	Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga	<i>Piranga flava</i>	Piranga Encinera	-	-	-	Nativa
8	Aves	Passeriformes	Corvidae	Aphelocoma	<i>Aphelocoma woodhouseii</i>	Chara de collar	-	-	-	Nativa
9	Aves	Passeriformes	Icteridae	Icterus	<i>Icterus graduacauda</i>	Calandria Capucha Negra	-	LC	-	Nativa
10	Aves	Passeriformes	Parulidae	Cardellina	<i>Cardellina rubrifrons</i>	Chipe cara roja	-	-	-	Nativa
11	Aves	Passeriformes	Parulidae	Mniotilta	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	-	LC	-	Nativa
12	Aves	Passeriformes	Parulidae	Myioborus	<i>Myioborus pictus</i>	Pavito Alas Blancas	-	LC	-	Nativa
13	Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla	-	LC	-	Nativa
14	Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe de Townsend	-	LC	-	Nativa
15	Aves	Passeriformes	Parulidae	Setophaga	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	-	LC	-	Nativa
16	Aves	Passeriformes	Ptiliognathidae	Ptiliognathus	<i>Ptiliognathus cinereus</i>	Capulinerero gris	-	LC	-	Nativa
17	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Campylorhynchus	<i>Campylorhynchus jocosus</i>	Matraca del Balsas	-	-	-	Nativa-Endémica
18	Aves	Passeriformes	Turdidae	Myadestes	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	Pr	LC	-	Nativa
19	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	-	LC	-	Nativa
20	Aves	Passeriformes	Vireonidae	Vireo	<i>Vireo cassinii</i>	Vireo de Cassin	-	LC	-	Nativa
21	Aves	Piciformes	Passerellidae	Spizella	<i>Spizella pallida</i>	Gorrión pálido	-	LC	-	Nativa
22	Aves	Piciformes	Picidae	Melanerpes	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	-	LC	-	Nativa
23	Aves	Piciformes	Picidae	Sphyrapicus	<i>Sphyrapicus varius</i>	Carpintero Moteado	-	LC	-	Nativa
24	Mammalia	Carnivora	Canidae	Urocyon	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	-	LC	-	Nativa
25	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	Bassariscus	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	-	LC	-	Nativa
26	Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	Dasypus	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	-	LC	-	Nativa
27	Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo de monte	-	LC	-	Endémica-Nativa
28	Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	-	LC	-	Nativa

ID	Clase	Orden	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	Distribución
29	Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	-	LC	-	Nativa
30	Reptilia	Squamata	Anguidae	Gerrhonotus	<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	Lagartija caimán sureña	Pr	LC	-	Nativa
31	Reptilia	Squamata	Colubridae	Pituophis	<i>Pituophis lineticollis</i>	Cincuate sureño	-	LC	-	Nativa
32	Reptilia	Squamata	Dactyloidae	Anolis	<i>Anolis quercorum</i>	Abaniquillo de encino de Oaxaca	-	LC	-	Nativa-Endémica
33	Reptilia	Squamata	Phrynosomati dae	Sceloporus	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	-	LC	-	Nativa
34	Reptilia	Squamata	Phrynosomati dae	Sceloporus	<i>Sceloporus smithi</i>	Lagartija espinosa del istmo de Tehuantepec	-	LC	-	Nativa-Endémica
35	Reptilia	Squamata	Scincidae	Scincella	<i>Scincella gemmingeri</i>	Eslizón de la Sierra Madre Oriental	-	LC	-	Nativa-Endémica
36	Reptilia	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis	<i>Aspidoscelis deppi</i>	Huico de siete líneas	-	LC	-	Nativa

## IV.2.5 Medio socioeconómico

El área del SAR abarca un total de 286 municipios, los cuales pertenecen al estado de Oaxaca. Particularmente, las obras de las estructuras adicionales del proyecto se localizan en cinco municipios, correspondientes a San Lorenzo Albarradas, San Pablo Villa de Mitla, Santa María Jalapa del Marqués, Santa María Mixtequilla y Santiago Lachiguiri. A continuación, se muestra una descripción del medio socioeconómico de la zona de influencia (estado de Oaxaca y municipios en los que se encuentran las estructuras adicionales al proyecto):

- a) Población:** De acuerdo con el INEGI (2020) en el estado de Oaxaca se tiene un total de 4,132,148 habitantes, de los cuales 2,157,305 son mujeres y 1,974,843 hombres, de manera específica, los municipios en los que se encuentran las obras presentan la siguiente población:

Tabla IV. 27 Población por cada uno de los municipios.

ID	Municipios	Hombres	Mujeres	Total
1	San Juan Juquila Mixes	1,939	1,764	3,703
2	San Lorenzo Albarradas	1,466	1,505	2,971
3	Santa María Jalapa del Marqués	6,075	5,660	11,735
4	Santiago Lachiguiri	2,259	2,135	4,394
5	Santa María Mixtequilla	2,412	2,278	4,690

Fuente: INEGI (2020)

- b) Indicadores económicos:** El estado Oaxaca genera una aportación al Producto Interno Bruto (PIB) estatal de 6.3 % en el sector primario, 25.2 % en el sector secundario y un 68.5 % en el sector terciario (INEGI, 2020). En cuanto a los municipios antes citados se tiene la siguiente aportación de acuerdo a los datos del censo económico (2019):

- San Juan Juquila Mixes: los sectores económicos que concentraron más unidades económicas fueron el comercio al por menor (70 unidades), industrias manufactureras (29 unidades) y servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (6 unidades).
- San Lorenzo Albarradas: los sectores económicos que concentraron más unidades económicas fueron las industrias manufactureras (122 unidades), comercio al por menor (47 unidades) y servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (17 unidades).

- Santa María Jalapa del Marqués: los sectores económicos que concentraron más unidades económicas fueron el comercio al por menor (334 unidades), agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza (240 unidades) y servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (192 unidades).
- Santiago Lachiguiri: los sectores económicos que concentraron más unidades económicas fueron el comercio al por menor (35 unidades), industrias manufactureras (15 unidades) y servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (12 unidades).
- Santa María Mixtequilla: los sectores económicos que concentraron más unidades económicas fueron el comercio al por menor (113 unidades), servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (71 unidades) e industrias manufactureras (54 unidades).

**c) Niveles de escolaridad:** En 2020, en Oaxaca el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más de edad es de 8.1, lo que equivale a poco más de segundo año de secundaria. Así mismo, de cada 100 personas de 15 años y más, 10 personas no tienen ningún grado de escolaridad, 57 tienen la educación básica terminada, 19 finalizaron la educación media superior y 14 concluyeron la educación superior (INEGI, 2020). En la siguiente Tabla se muestra la población de los municipios en los diferentes niveles educativos.

Tabla IV. 28 Población en los diferentes niveles educativos.

ID	Municipios	Primaria	Secundaria	Preparatoria o bachillerato general
1	San Juan Juquila Mixes	1,000	658	241
2	San Lorenzo Albarradas	1,160	708	88
3	Santa María Jalapa del Marqués	2,340	2,080	1,900
4	Santiago Lachiguiri	1,720	750	458
5	Santa María Mixtequilla	977	943	735

Fuente: INEGI (2020)

**d) Indicadores de pobreza y carencias sociales:** En el estado de Oaxaca el 66.4 % de la población de la entidad vivía en situación de pobreza (2,714,700 personas). De las cuales, el 43.1 % (cerca de 1,762,800 personas) se encontraba en situación de pobreza moderada, mientras que el 23.3 % de la población se hallaba en situación de pobreza extrema (alrededor de 951,800 personas). El



porcentaje de pobreza en Oaxaca es 24.4 puntos porcentuales mayor que el porcentaje nacional (41.9%) (INEGI,2020). A continuación, se describen los indicadores de pobreza y carencias sociales en los siguientes municipios:

- San Juan Juquila Mixes: En 2020, 53.2% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 29.3% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 14.8%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 0.76%. Las principales carencias sociales fueron carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda, carencia por acceso a la seguridad social y rezago educativo (INEGI,2020).
- San Lorenzo Albarradas: En 2020, 63.9% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 16.6% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 17.6%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 1.01%. Las principales carencias sociales fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda y rezago educativo (INEGI,2020).
- Santa María Jalapa del Marqués: En 2020, 35.9% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 10.2% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 36.4%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 2.59%. Las principales carencias sociales fueron acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda y carencia por acceso a los servicios de salud (INEGI,2020).
- Santiago Lachiguiri: En 2020, 61.3% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 19.4% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 17.4%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 0.98%. Las principales carencias fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda y rezago educativo (INEGI,2020).
- Santa María Mixtequilla: En 2020, 42.5% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 7.84% en situación de pobreza extrema.

La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 27.8%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 7.25%. Las principales carencias sociales de Santa María Mixtequilla en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda y carencia por acceso a la alimentación (INEGI,2020).

#### **IV.2.6 Paisaje**

Existen numerosas definiciones de paisaje que han ido evolucionando hasta determinarlo y quedar centrado como un valor estético, como un recurso y una combinación de elementos físicos, bioecológicos y sociales, por ello se entiende al paisaje como la superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción (Muñoz, 2004).

Es por ello que, para realizar un análisis adecuado del paisaje en el Sistema Ambiental Regional, se elaboró un arquetipo de unidades paisajísticas usando como software el ArcGIS 10.3. Con el cual se obtuvo un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) partiendo de datos de curvas de nivel.

Así mismo, se analizaron una serie de elementos básicos como la composición de formaciones naturales y antropogénicas, vegetación, geomorfología, cuerpos de agua, escurrimientos superficiales, entre otros elementos, para definir las unidades paisajísticas. Obteniendo como resultado 5 unidades de paisaje dentro del SAR (Figura IV. 24 y Figura IV. 25).

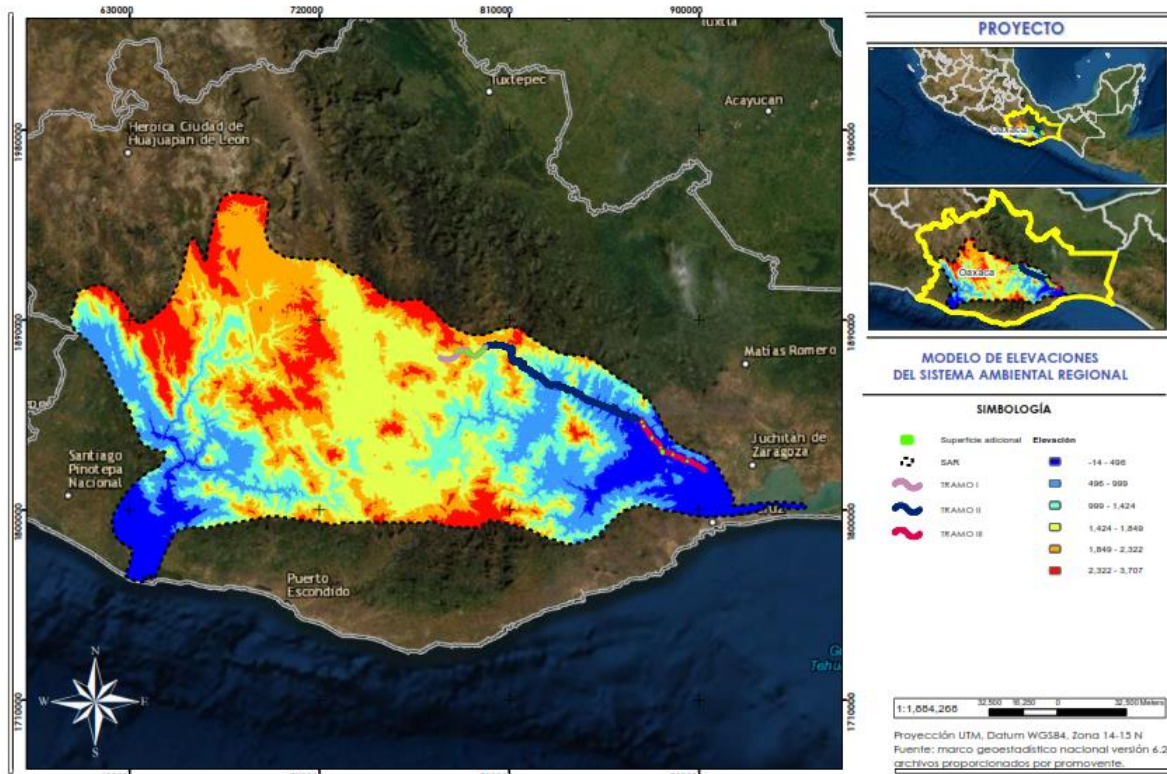


Figura IV. 24. Modelo de Elevaciones del Sistema Ambiental Regional.

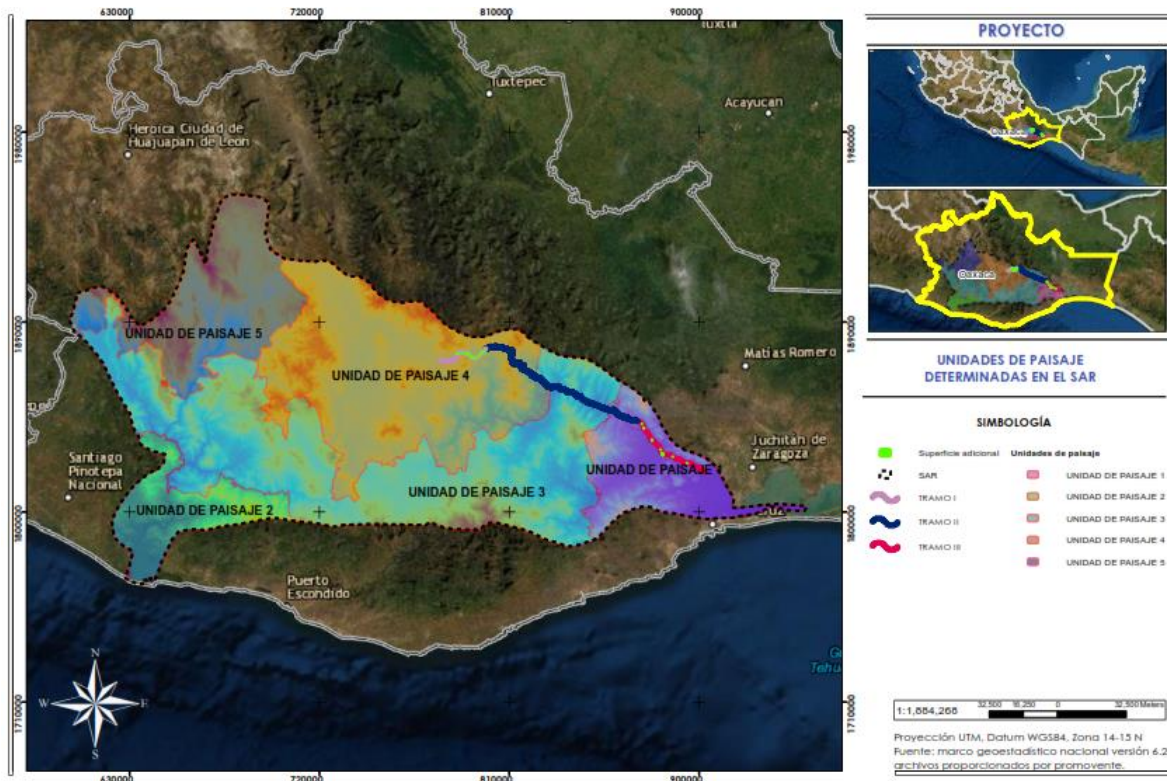


Figura IV. 25. Unidades de paisaje determinadas en el SAR.



Para la evaluación, se basó en el método de paisaje visual, el cual considera lo estético y la capacidad de percepción con el objetivo de determinar el estado actual, analizando los elementos bióticos, abióticos y antrópicos.

**Descripción de unidades de paisaje**

- Unidad de Paisaje 1

La unida de paisaje 1, ocupa el cuarto lugar en cuanto a superficie, se ubica al Este del Sistema Ambiental Regional, estando dominada por vegetación secundaria de selva y bosque, además de extensas áreas dedicadas a la agricultura. Contando con un gradiente altitudinal que oscila entre los 0 a los 1849 msnm, siendo una la unidad de paisaje que menor pendiente presenta, ubicándose en la llanura del Istmo de Tehuantepec. Así mismo, una menor afectación por la presencia de comunidades dentro de su superficie territorial, presentando mayor infraestructura carretera en la zona este, y un conjunto de caminos de terracería bien definimos (Figura IV. 26, Figura IV. 27 y Figura IV. 28). Es esta unidad, se localizan las áreas adicionales del tramo III de la autopista Mitla-Tehuantepec.

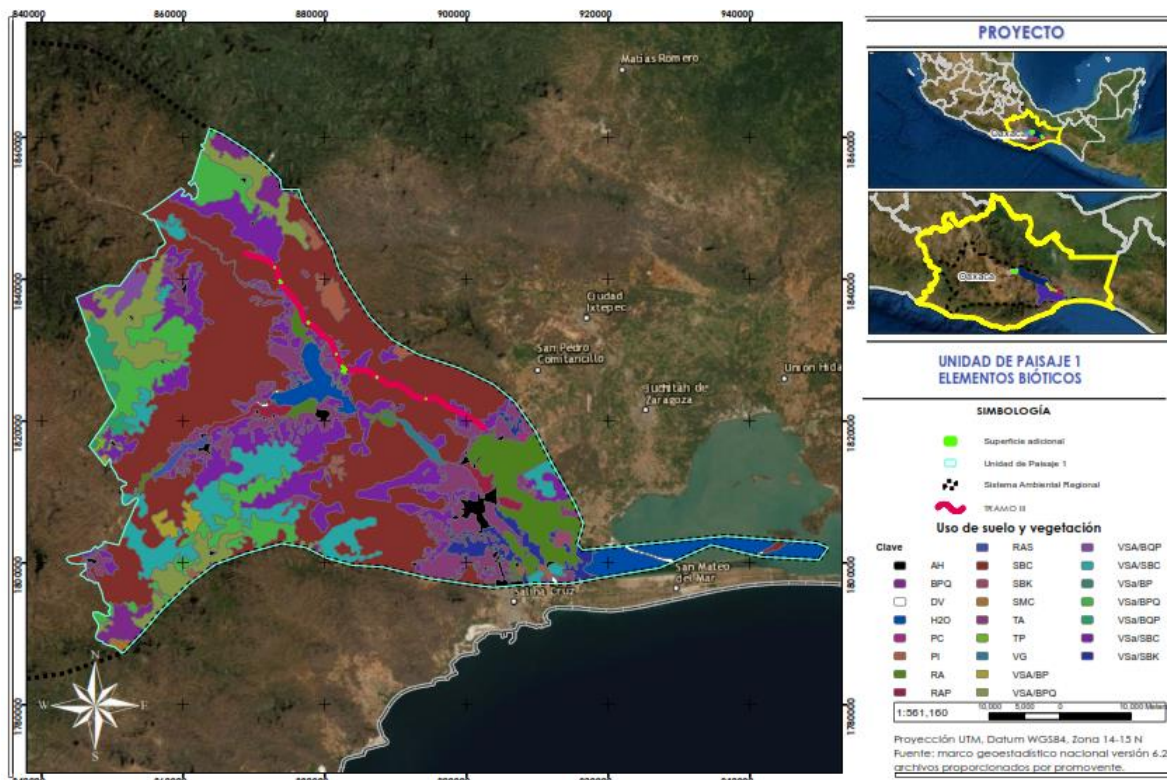


Figura IV. 26. Unidad de paisaje 1 Elementos Bióticos.

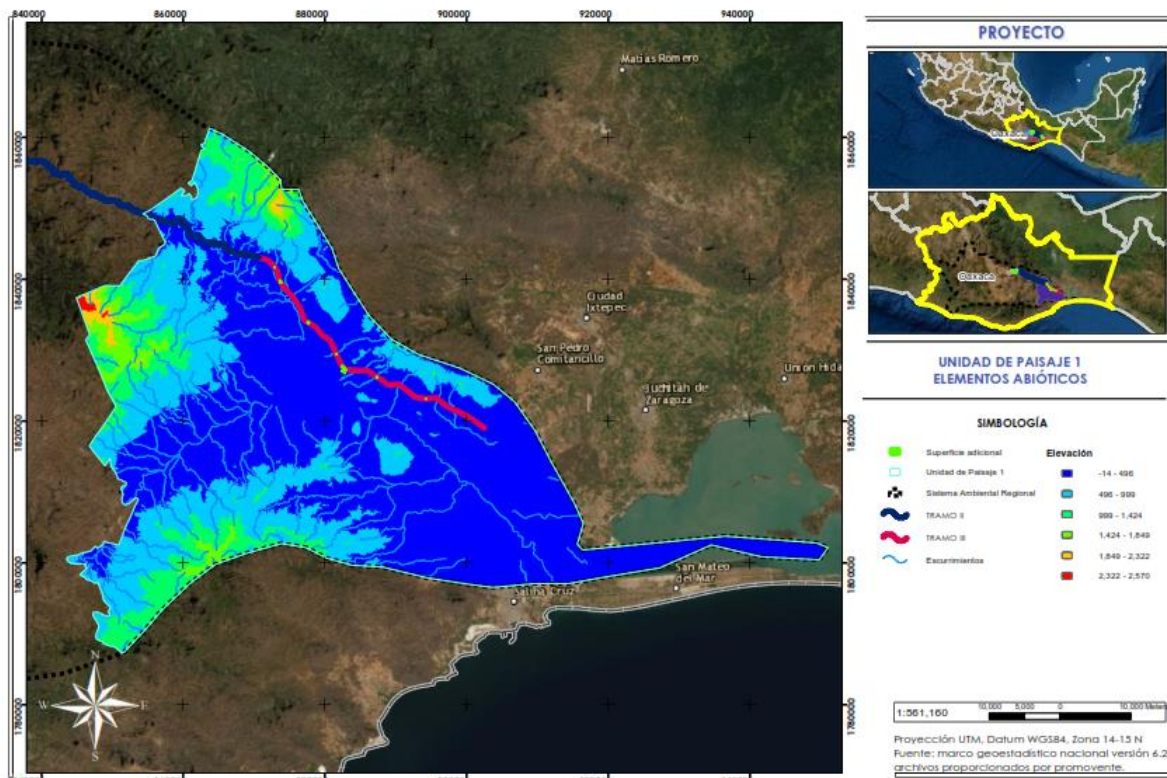


Figura IV. 27. Unidad de paisaje 1 Elementos Abióticos.



Figura IV. 28. Unidad de paisaje 1 Elementos Antrópicos.



- Unidad de Paisaje 2

La unida de paisaje 2, se ubica al Suroeste del Sistema Ambiental Regional en la Región Costera, ocupando el lugar número 5 en cuanto a superficie. Está conformada por un mosaico de vegetación secundaria, dominada por Bosques y Selvas, con polígonos Agricultura y Pastizales. Contando con un gradiente altitudinal que oscila entre los 0 a los 2566 msnm, siendo una de las unidades de paisaje que menor pendiente presenta. Así mismo, una menor afectación por la presencia de localidades urbanas y rurales dentro de su superficie territorial, presentando mayor infraestructura carretera en la zona sur (Figura IV. 29, Figura IV. 30 y Figura IV. 31).

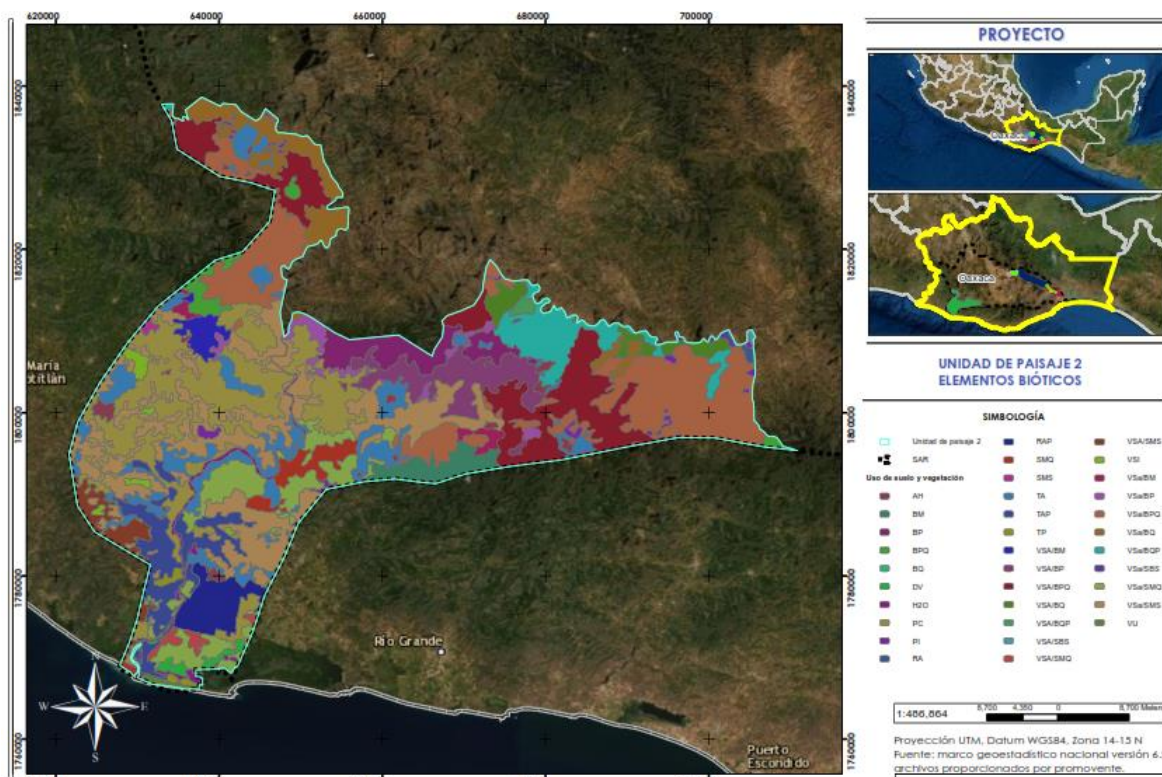


Figura IV. 29. Unidad de paisaje 2 Elementos Bióticos.

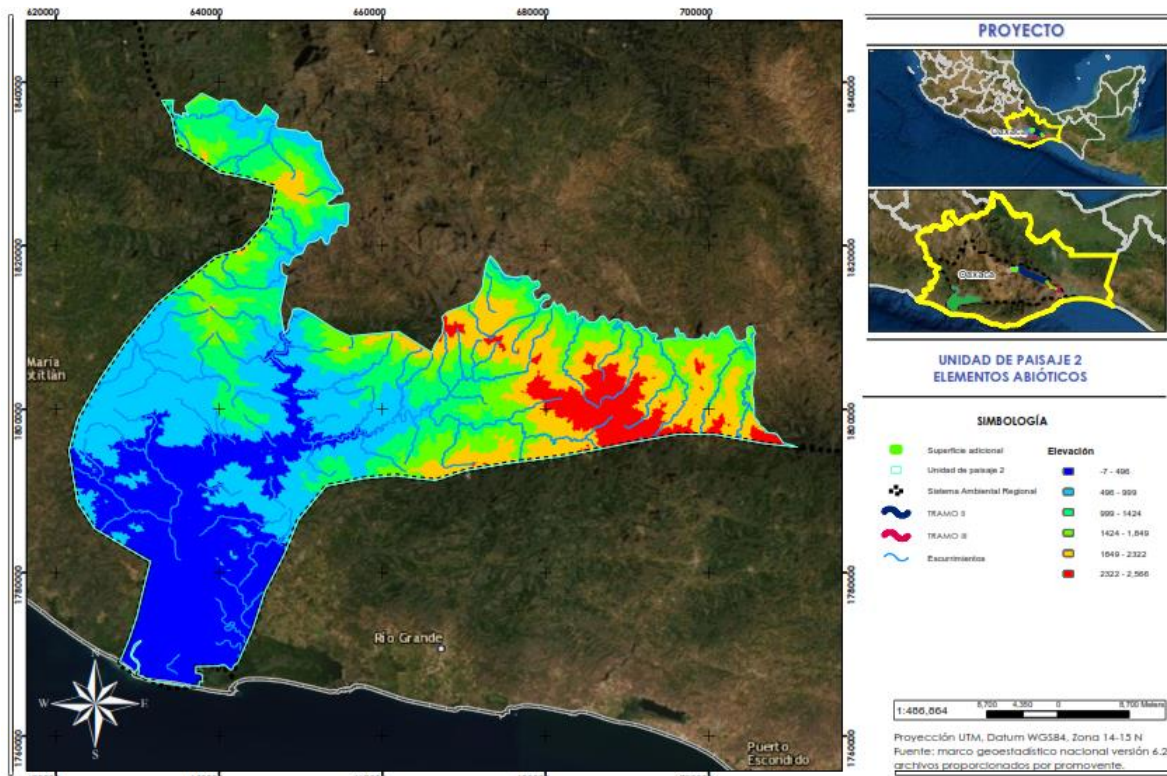


Figura IV. 30. Unidad de paisaje 2 Elementos Abióticos.

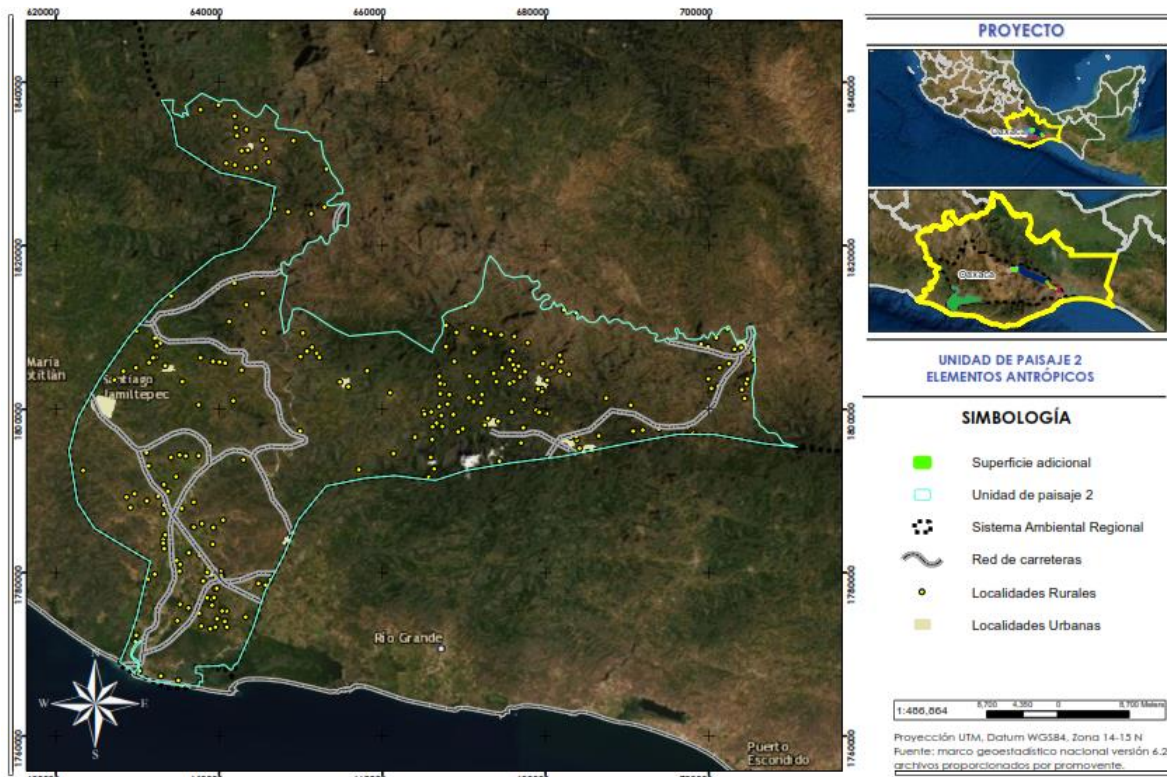


Figura IV. 31. Unidad de paisaje 2 Elementos Antrópicos.



- Unidad de Paisaje 3

La unida de paisaje 3, se ubica al Sur del Sistema Ambiental Regional, en la Región Sierra Sur, presentando la mayor extensión de superficie dentro del SAR. Está conformada por un mosaico de usos de suelo y vegetación, dominado por vegetación secundaria de Bosques y Selva (71%), seguido de la Agricultura (13%), y por fragmentos de vegetación primaria de Bosques (8%) y Selva (6%). Contando con un gradiente altitudinal que oscila entre los 110 a los 3,707 msnm, siendo una de las unidades de paisaje que mayor pendiente presenta, así mismo, una menor afectación por la presencia de localidades urbanas dentro de su superficie territorial, sin embargo, cuenta con una amplia distribución de localidades rurales presentando infraestructura carretera distribuida en toda su superficie (Figura IV. 32, Figura IV. 33 y Figura IV. 34)

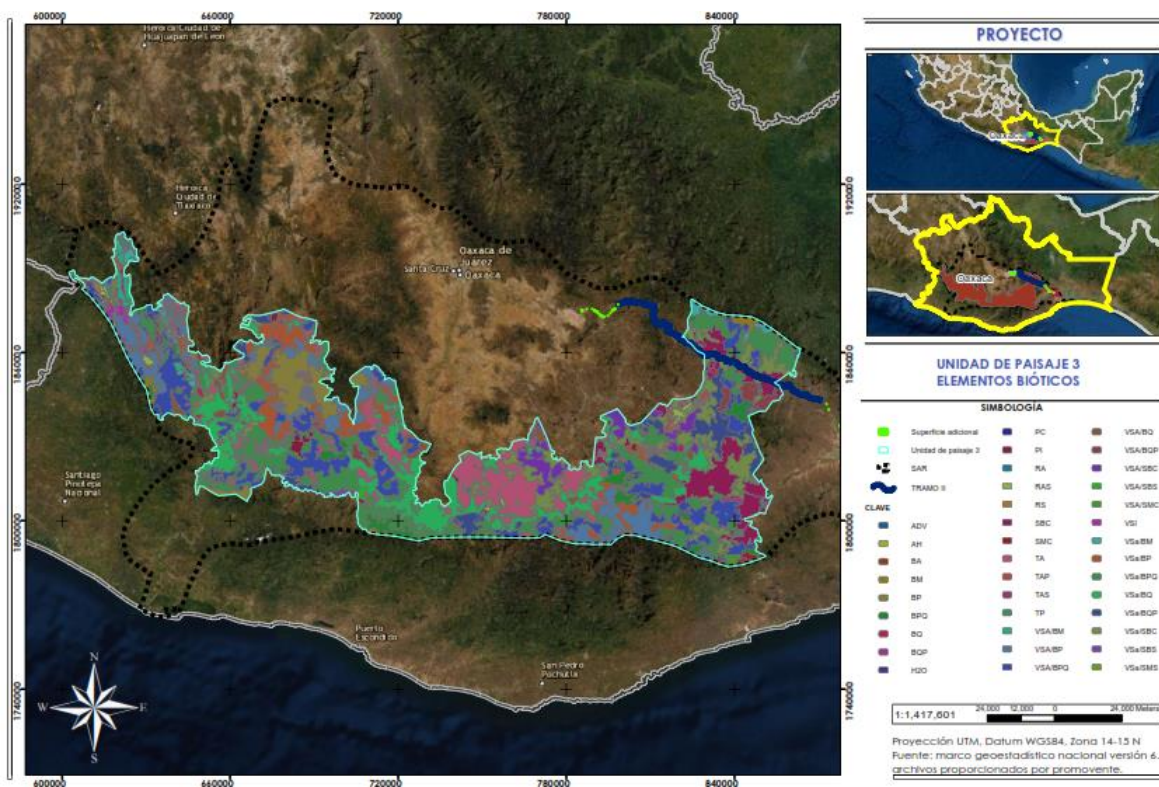


Figura IV. 32. Unidad de paisaje 3 Elementos Bióticos.

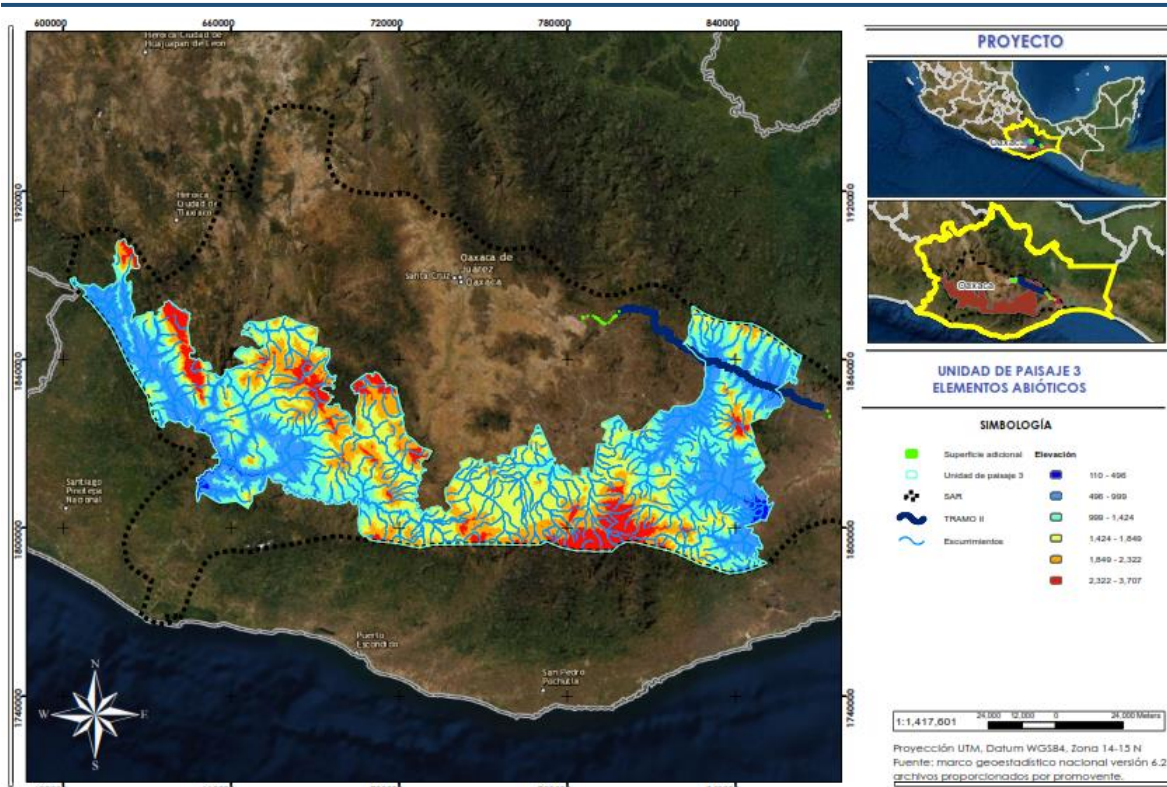


Figura IV. 33. Unidad de paisaje 3 Elementos Abióticos.



Figura IV. 34. Unidad de paisaje 3 Elementos Antrópicos.



- Unidad de Paisaje 4

La unida de paisaje 4, se ubica al Centro Norte del Sistema Ambiental Regional, en la Región de Valles Centrales, ocupando el segundo lugar en cuanto a extensión territorial dentro del SAR. Está dominado por vegetación secundaria de bosques y selvas (57%), seguida de polígonos de agricultura (25%), y fragmentos aislados de vegetación primaria. Contando con un gradiente altitudinal que oscila entre los 531 a los 3,302 msnm, siendo una de las unidades de paisaje que mayor pendiente presenta, así mismo, una mayor afectación por la presencia de localidades urbanas y rurales dentro de su superficie territorial, presentando una amplia infraestructura carretera (Figura IV. 35, Figura IV. 36 y Figura IV. 37). Es está unidad de paisaje se ubican las obras adicionales correspondientes al Tramo I, de la autopista Mitla-Tehuantepec.

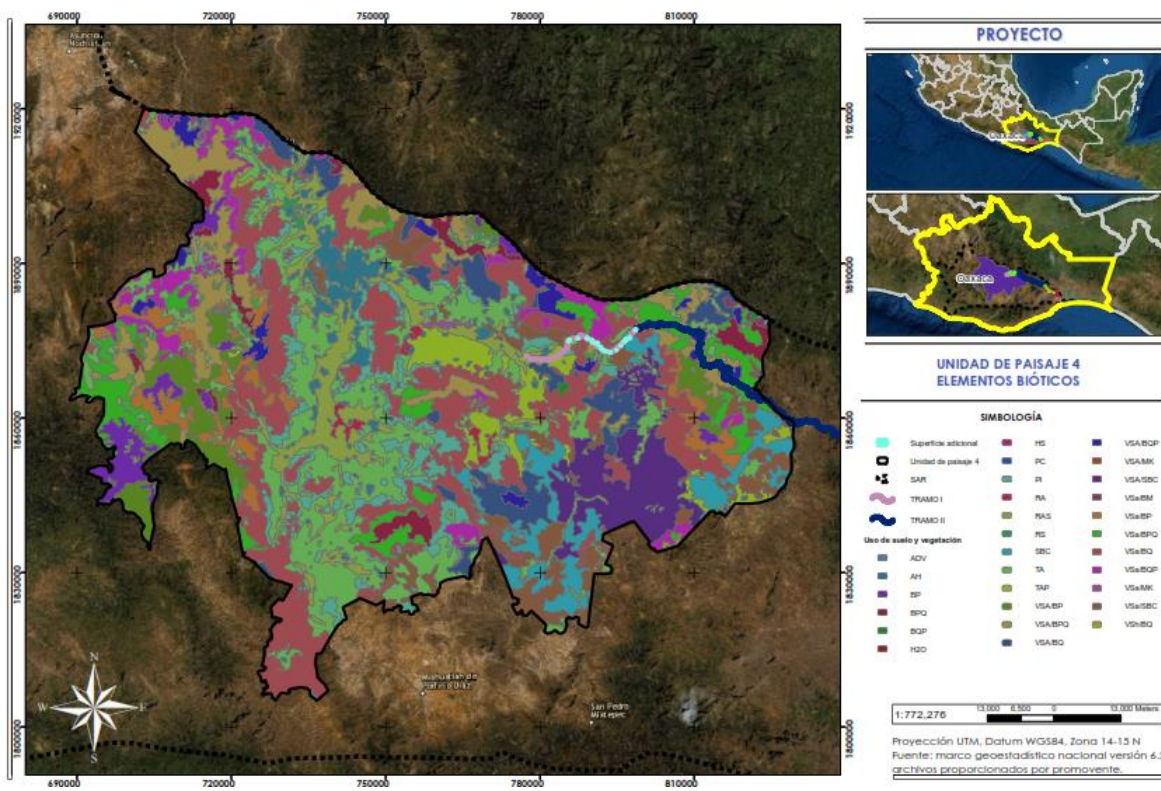


Figura IV. 35. Unidad de paisaje 4 Elementos Bióticos.



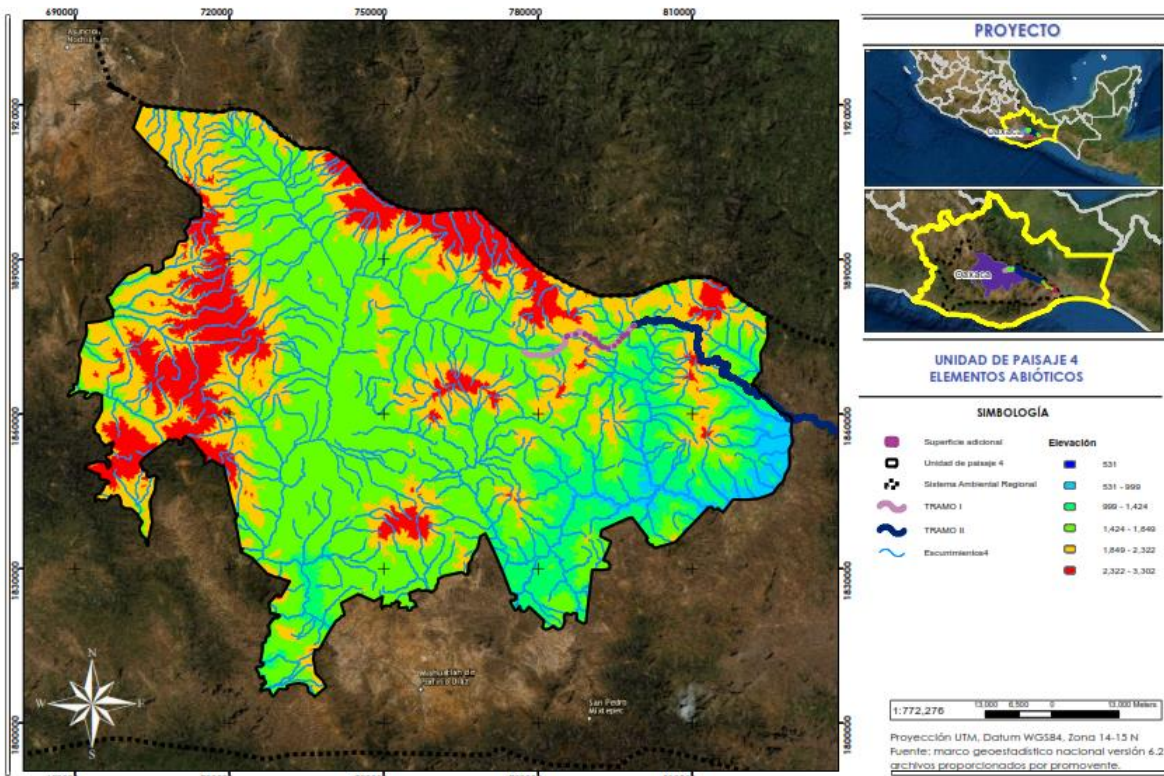


Figura IV. 36. Unidad de paisaje 4 Elementos Abióticos.

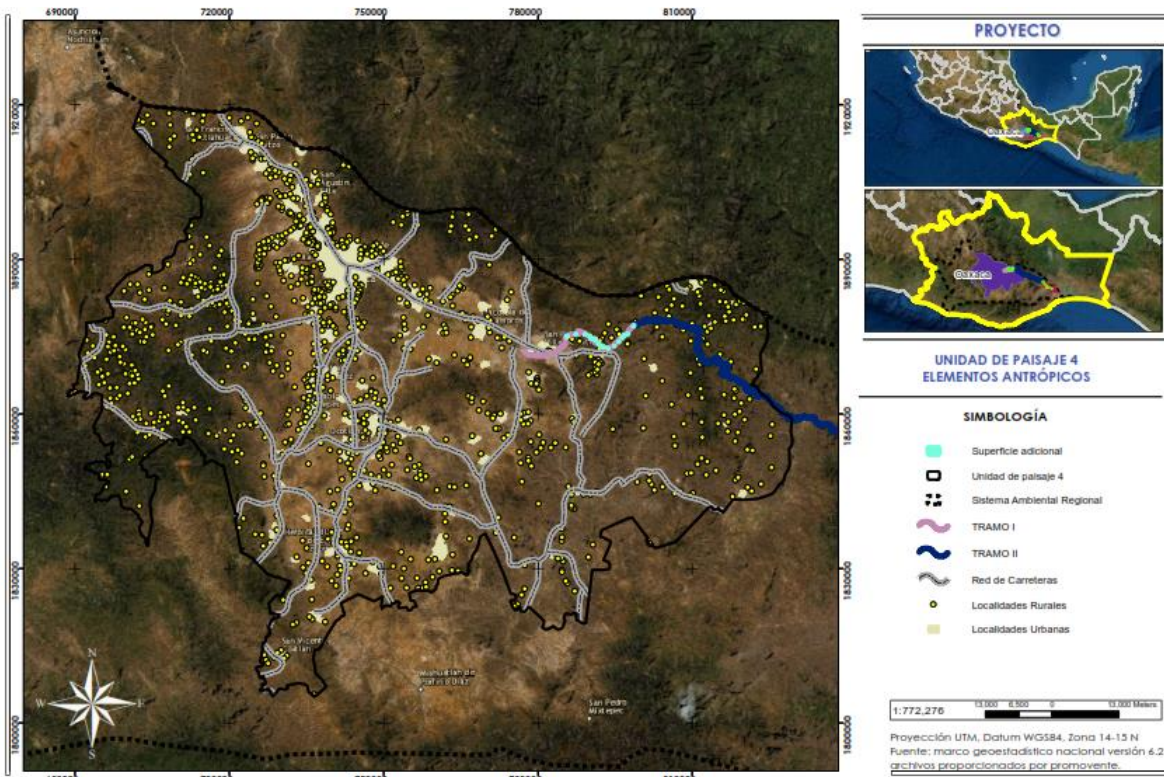


Figura IV. 37. Unidad de paisaje 4 Elementos Antrópicos.



- Unidad de Paisaje 5

La unida de paisaje 5, se ubica al Noroeste del Sistema Ambiental Regional, en la Región Mixteca, siendo la tercera en extensión territorial dentro del SAR. Está dominado por un mosaico de vegetación secundaria de bosque (59%) y polígonos dedicados a la agricultura (24%), y una amplia extensión de pastizales (10%). Contando con un gradiente altitudinal que oscila entre los 713 a los 3,249 msnm, siendo una de las unidades de paisaje que mayor pendiente presenta debido a las zonas montañosas con las que cuenta. Así mismo, una afectación moderada por la presencia de localidades urbanas y rurales dentro de su superficie territorial, presentando infraestructura carretera en la zona norte, centro y sur que conectan con las demás unidades de paisaje (Figura IV. 38, Figura IV. 39 y Figura IV. 40).

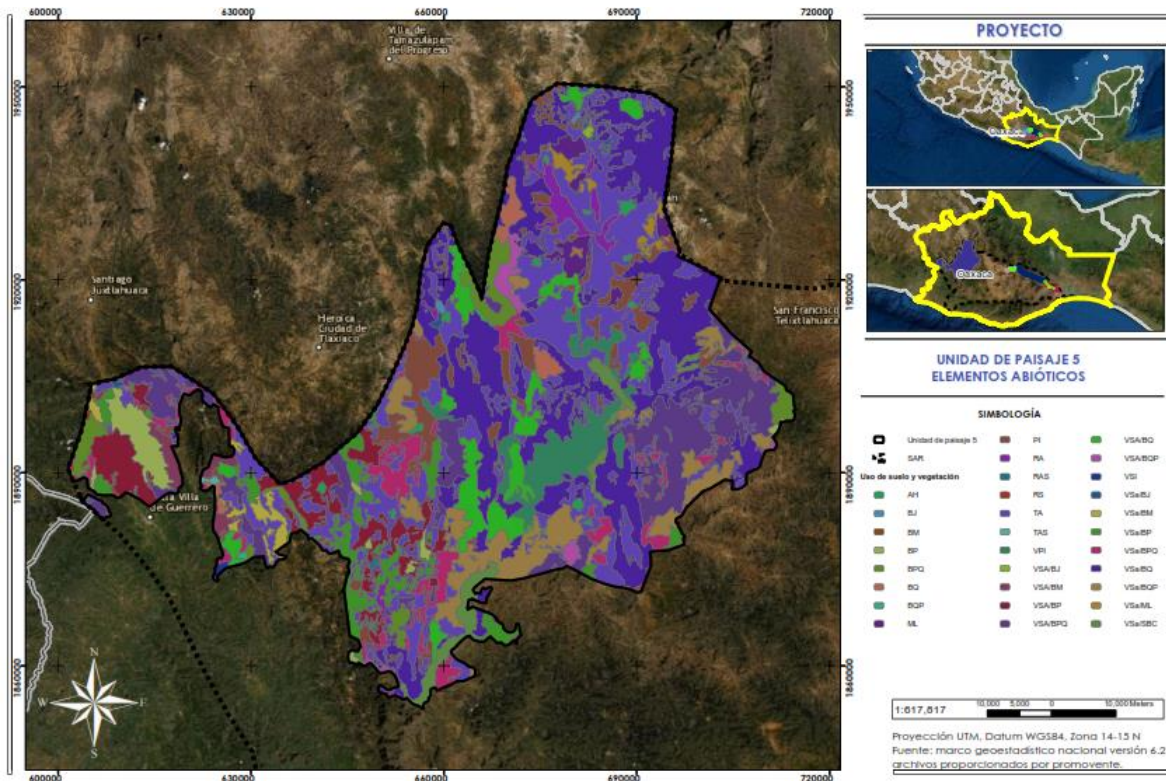


Figura IV. 38. Unidad de paisaje 5 Elementos Bióticos.

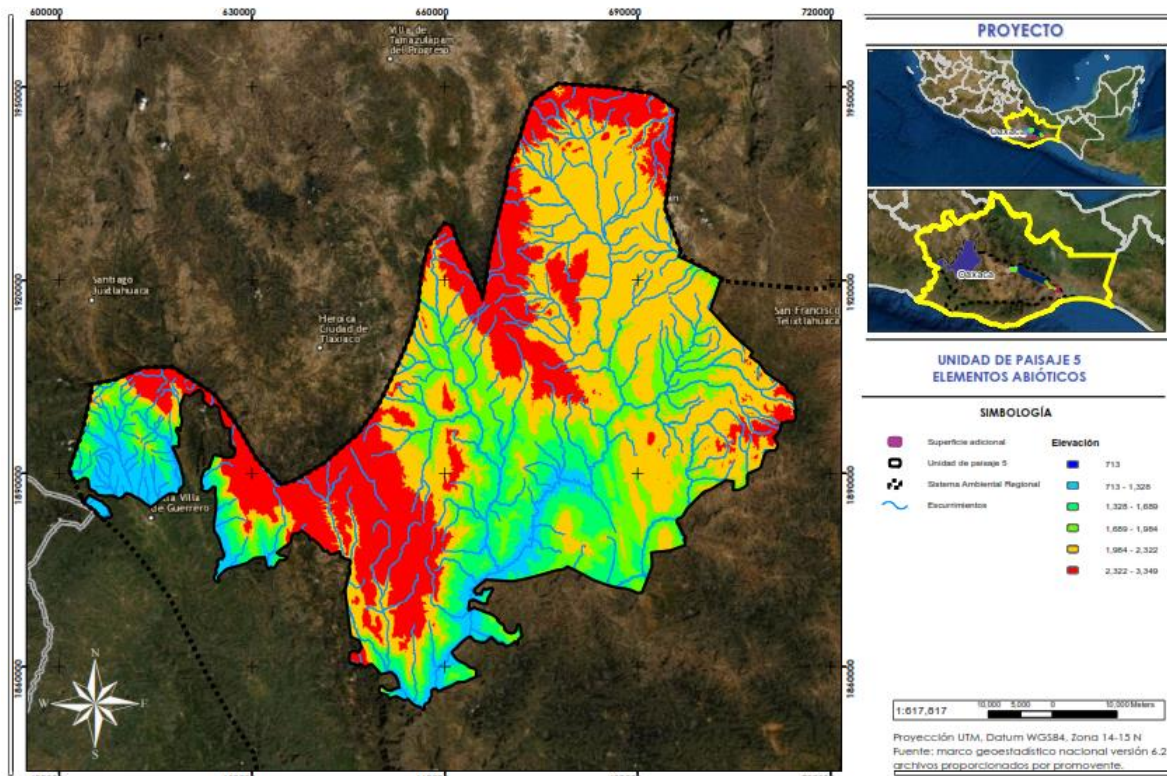


Figura IV. 39. Unidad de paisaje 5 Elementos Abióticos.

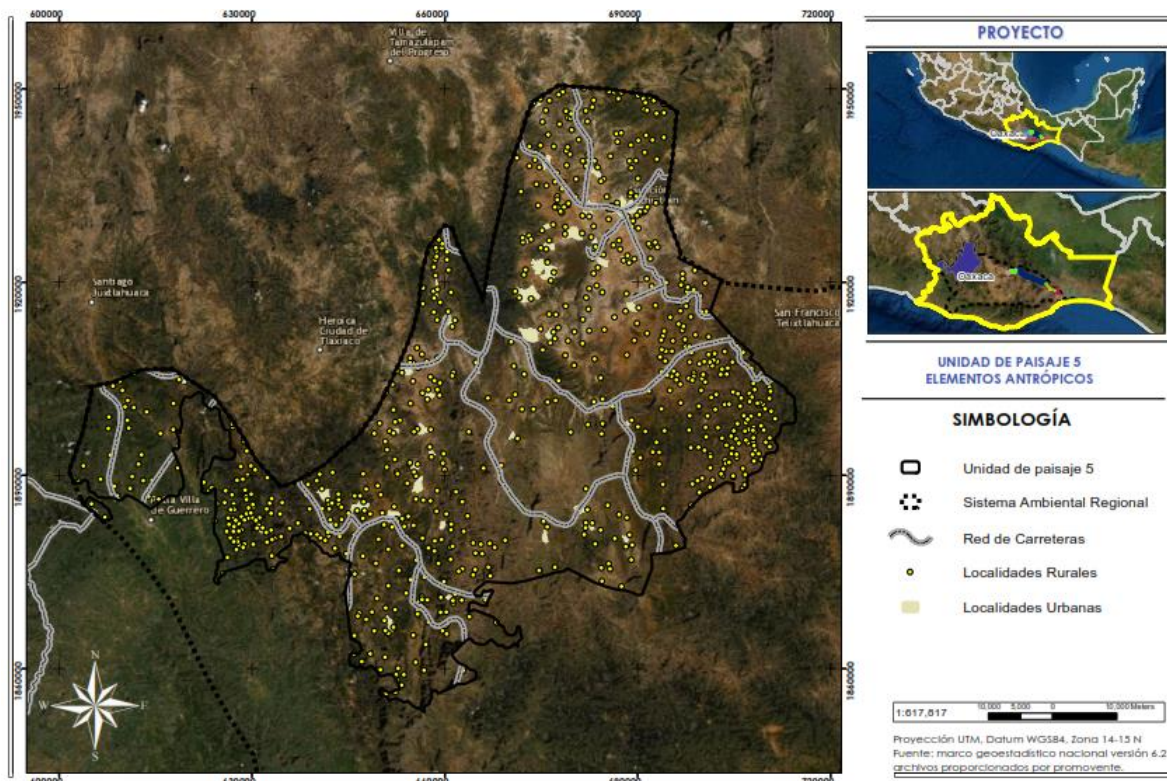


Figura IV. 40. Unidad de paisaje 5 Elementos Antrópicos.



Con base en lo anterior, podemos decir que la evaluación paisajista constara de los siguientes atributos:

#### **a) Visibilidad**

Esta se refiere al territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. El medio a estudiar será el entorno donde se insertan las obras adicionales al proyecto y estará determinado por el territorio desde el que la actuación resulte visible, estando definido por la superposición de las unidades de paisaje identificadas.

El entorno del Sistema Ambiental Regional y del área del proyecto, en su mayoría está influenciado por la presencia de bosques templados, selva baja caducifolia y en menor porcentaje de agricultura y pastizales. Mientras que la geomorfología del SAR es dominada por sierra compleja y de cumbres tendidas; por lo tanto, se puede inferir que la visibilidad es discontinua e interrumpida, ya que a determinada distancia ya no se puede apreciar de manera clara algunos elementos del ecosistema, siendo la topografía la que limita la visibilidad, también la vegetación toma un papel importante en la fragmentación de la visibilidad a que esta se encuentra dominada por estrato arbóreo.

#### **a) Calidad**

Este parámetro incluye tres elementos de percepción, las cuales son: la morfología, la vegetación y la presencia de cuerpos de agua; dentro de la calidad paisajista también se evalúa de manera perceptual, la calidad visual, calidad del fondo escénico, la naturalidad y la singularidad.

La morfología representativa de la zona de estudio está integrada principalmente por serranías que conforman la Sierra Madre Sur, formando elevaciones de cerros que sobrepasan los 500 metros de altitud, por consiguiente no se alcanza apreciar la diferencia entre las topofomas en el fondo escénico, logrando que la calidad del paisaje se observe homogénea, cabe resaltar que el SAR reúne las características idóneas para el desarrollo de una vegetación dominante de bosques templados, seguida de vegetación de selva baja caducifolia al sureste (parte baja

del SAR), los cuales van a definir un paisaje variado en colores y formas, dominado por la presencia del estrato arbóreo en cada uno de estos ecosistemas.

En relación a los cuerpos de agua presentes en la zona de estudio, se considera de importancia ya que algunas de las obras del proyecto se ubican paralelas al Río Tehuantepec, además de que se presentan varios escurrimientos naturales, los cuales desembocan en este cuerpo de agua, considerando una calidad paisajística alta.

### 1. Calidad Visual

El paisaje actual cuenta con formaciones topográficas homogéneas, además que la vegetación se encuentra en un buen estado de conservación, ya que hay sitios donde aún no hay actividades antrópicas, debido a la presencia de densa cobertura vegetal y la accidentada y compleja topografía.

### 2. Calidad de fondo escénico

La calidad del fondo escénico está determinada por la altitud, las formaciones vegetales, su diversidad y la geomorfología, en el rango más lejano de visión alcanzado por el observador. La calidad puede estimarse de forma directa sobre la globalidad a través de la estimación subjetiva, donde se observe la influencia de la misma de algunas de sus características o componentes del paisaje, considerando los siguientes elementos:

- Topografía. En este elemento predomina un sistema de topoformas de sierras complejas donde se ubican las obras adicionales al proyecto, por lo consiguiente no se observa como tal un amplio fondo escénico.
- Vegetación. Como se mencionó anteriormente, se observan varios tipos de vegetación a lo largo del SAR y de las obras adicionales al proyecto, pero a pesar de esto, no hay un contraste de colores como tal, debido a su estado de conservación; únicamente se puede observar el contraste en la selva al sur de SAR, que esta presenta una coloración diferente.



- Agua. Dentro del SAR y cercano a las obras adicionales al proyecto, se ubican distintos escurrimientos superficiales y cuerpos de agua, destacando el Río Tehuantepec, que en unos sitios va paralelo al proyecto.

### 3. Naturalidad

La naturalidad se define como los espacios en los que se ha producido actuación humana, "sin modificación del paisaje, espacios tradicionales, con cambios específicos, con modificaciones físicas y dominados por obras civiles industriales o turísticas, espacios naturalizados y zonas verdes" (CONESA, 2009).

En el sistema ambiental regional se presentan sitios destinados a la agricultura, la presencia de asentamientos humanos, edificaciones y carreteras; aun así, la zona se puede considerar como conservada, siendo la unidad paisajística número 4 la que mayor alteración presenta dentro de su superficie territorial, y la unidad paisajística número 2 la que mayor grado de conservación presenta dentro del SAR.

### 4. Singularidad

El paisaje que conforman las serranías se puede considerar como uniforme, no cuenta con horizontes amplios, lo que hace que la calidad visual sea menor. El paisaje es monocromático, es decir, que no hay gran variación en colores debido a la composición vegetal.

## IV.3 Diagnóstico ambiental

Los diagnósticos ambientales son caracterizaciones puntuales del medio físico, químico o biótico, tendientes a establecer el estado actual de un sistema impactado con relación a patrones nacionales o internacionales vigentes. A diferencia de los estudios de línea base en este se trata de evidenciar el grado de alteración ambiental por un suceso (antrópico o natural) ( INVEMAR, 2021).

El objetivo del diagnóstico ambiental es determinar la calidad del sistema ambiental regional a partir de los componentes ambientales relevantes y críticos identificados, tomando en cuenta, los procesos de aprovechamiento y deterioro de los recursos naturales.

### IV.3.1 Estado de conservación del SAR

Para evaluar el estado de conservación del SAR en el que se encuentra inmerso el proyecto, se utilizaron los criterios de evaluación de la metodología que CONABIO empleó en 1998 para determinar las regiones hidrológicas prioritarias del país, donde su principal objetivo fue darle valor a las áreas identificadas como prioritarias respecto a su valía ambiental, económica y de amenazas.

Por lo tanto, considerando que los requerimientos para el análisis del diagnóstico del sistema ambiental regional son similares a los empleados en esta metodología, se adoptaron dichos criterios de evaluación.

Los indicadores a considerar en la evaluación son los siguientes:

Tabla IV. 29 Indicadores de valor ambiental.

<b>Valor ambiental (biótico y abiótico)</b>
<b>Integridad ecológica (funcional):</b> se relaciona con el estado del hábitat (calidad), en el que se evalúa sus características funcionales se encuentran en su estado natural o lo más cercano a este. Una alta integridad indica que el hábitat presenta sus características funcionales naturales.
<b>Hábitats:</b> evalúa cualitativamente la diversidad de hábitats que se encuentran representados en el área, como indicador de si en un mismo sitio están representados varios tipos de hábitats (lago, reservorio, cuerpos acuáticos someros, ríos, arroyos, lagos salinos, lagunas, humedales u otros).
<b>Endemismo:</b> presencia de especies endémicas.
<b>Especies amenazadas:</b> evalúa la presencia de especies que presentan alguna categoría dentro de lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
<b>Especies indicadoras de conservación:</b> evalúa diferentes características ya sea de distribución, abundancia, rareza de las especies en el área como indicadoras del estado natural del ecosistema.
<b>Biodiversidad:</b> este indicador describe el grado de salud o integridad de los ecosistemas dentro del SAR.

Tabla IV. 30. Indicadores de valor económico.

<b>Valor económico</b>
<b>Especies de importancia comercial:</b> evalúa la presencia de especies comerciales como medida de su importancia económica.
<b>Importancia económica por sector:</b> evalúa la importancia de la zona por la presencia de actividades de sectores como el petrolero, pesquero, industria, minero, de transporte u otros.
<b>Recursos estratégicos:</b> evalúa la importancia de la zona por la presencia de recursos económicamente estratégicos como gas, petróleo, geotérmicos, u otros.
<b>Recursos culturales:</b> evalúa la importancia de la zona por la presencia de recursos arqueológicos o grupos indígenas, que sigan conservando sus cultos y tradiciones.

Tabla IV. 31. Indicadores de riesgos y amenazas.

<b>Riesgos y amenazas</b>
<b>Modificación del entorno:</b> se ejemplifica por actividades como alteración de cuencas y/o construcción de presas que reducen aporte de agua epicontinental, la tala de árboles, desecación o relleno de áreas inundables, deforestación, incendios, modificación de la vegetación natural que promueve la erosión e incrementa el aporte de sedimentos, formación de canales, obras de ingeniería como construcción de caminos, carreteras u otros.
<b>Contaminación:</b> evalúa la presencia de energía, sustancias u organismos contaminantes en la zona.
<b>Concentración de especies en riesgo:</b> se puede reflejar el grado de amenaza o deterioro al que está sometida una región en particular.
<b>Especies introducida o exóticas:</b> evalúa la presencia de especies introducidas en los diferentes hábitats como medida de los impactos negativos que ocasionan, por ejemplo, el desplazamiento de especies nativas.
<b>Prácticas de manejo inadecuado:</b> evalúa la práctica de actividades no compatibles con la conservación, como uso de explosivos, violación de vedas y tallas mínimas de extracción, venenos y trampas no selectivas, pesca ilegal u otros.

Una vez definidos los indicadores, se asigna un valor global basado en la siguiente escala de importancia, para posteriormente justificar el valor asignado.

Tabla IV. 32. Valor de indicadores.

<b>Simbología</b>	<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
NC	No se conoce	0
B	Bajo	1
M	Medio	2
A	Alto	3

Al final de la valoración, se realiza la suma de todos los valores asignados, para obtener un valor total que permita determinar la calidad del SAR. Para lo cual se emplearon los siguientes rangos de calificación.

Tabla IV. 33. Jerarquización de valores.

<b>Escala de valoración</b>	<b>Calidad del SAR</b>
31-45	ALTA
16-30	MEDIA
1-15	BAJA

#### **A. Valor ambiental**

- Integridad Ecológica

Dentro del área del SAR, se observa que los ecosistemas dominantes consisten en agricultura de temporal (13.76%), Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de

Encino (12.71 %), Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino (10.344%), Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque de Pino-Encino (8.994%) y Selva Baja Caducifolia (7.191).

Dentro de los tipos de vegetación dominantes, la principal causa de degradación consiste en erosión hídrica con pérdida del suelo superficial, sin embargo, los tipos de vegetación se encuentran en un estado de conservación óptimo que permite la existencia de diversos tipos de especies de flora y fauna. De acuerdo con el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, 2021) Oaxaca es el estado que registra la mayor biodiversidad del país.

Debido a los componentes que de manera directa interactúan sobre el SAR y las diversas condiciones que se observan, en cuestión de integridad ecológica funcional está considerado como **(2) Medio**.

- Hábitats

Tanto en el área del SAR como en las colindancias en las que se ubica el proyecto, se identifican zonas que funcionan como hábitats para especies de plantas, vertebrados terrestres, aves y reptiles. Es importante considerar el estado actual de la vegetación, ya que esta influye de manera directa sobre la calidad del hábitat.

Una vez evaluado el sitio de estudio, se considera **(3) Alto** debido a su condición actual.

- Endemismo

De las especies de flora silvestre identificadas en campo, se registraron 18 especies endémicas, y 5 especies endémicas de fauna. Por lo tanto, se le asigna un valor de **(3) Alto**.

- Especies amenazadas

De las especies vegetales, una de ellas se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de Amenazada, y de las especies de fauna identificadas, dos de ellas se encuentran la categoría de Sujetas a Protección

especial. Por la presencia de especies dentro de alguna categoría en la norma, se considera **(3) Alto**.

- Especies indicadoras

Durante los muestreos en el SAR, no se lograron identificar especies indicadoras de conservación, no obstante, no se descarta la presencia de ellas, por lo tanto, se considera como **(2) Medio**.

- Biodiversidad

De acuerdo a la biodiversidad identificada en el SAR, se le asigno un valor de **(2) Medio**, ya que el sitio presenta en su mayoría vegetación secundaria (39.303%), mientras que la primaria ocupa un 13.558%, aunque existen algunos sitios en óptimas condiciones en los cuales no se observan actividades antropogénicas, lo cual genera un equilibrio en el ecosistema.

## **B. Valor Económico**

- Especies de importancia comercial

Dentro del SAR, se localizan áreas destinadas a la agricultura en sus diversos tipos, así como espacios con pastizales cultivados e inducidos, sin embargo, estos son reducidos en comparación con la vegetación actual, ya que, gracias a la topografía del SAR, no se pueden desarrollar estas prácticas libremente, así mismo se localizan municipios destinados a la producción maderable. Por lo que toma un valor de **(2) Medio**.

- Importancia económica por sectores

Debido a que en la zona se localizan los Valles Centrales, así como a la superficie misma del SAR, se localizan áreas de agroindustria, turismo, productoras de madera, textil, energías renovables, productos para construcción y metalmecánica. Por lo que toma un valor de **(2) Medio**.

- Recursos estratégicos

No se presentan estos recursos en el área de estudio. **(0) No se conoce**.

- Recursos culturales



En el SAR se pone de manifiesto una riqueza cultural **(3) Alto**, debido a la diversidad étnica de la zona, como lo son sus costumbres y tradiciones. De la misma forma, en el SAR se mantiene un sistema de organización basado en los principales Usos y Costumbres, donde la estructura máxima de decisiones es la Asamblea General de Comuneros o Ejidatarios, además se mantiene una participación para bienes comunes a través de tequios o trabajos colectivos.

### C. Riesgos y amenazas

- Modificación del entorno

Debido a la topografía del terreno en el área del SAR, se tienen diversos USyV, distribuidos a lo largo del mismo, lo que propicia la existencia de áreas conservadas y áreas degradadas por actividades humanas, por lo que se le asigna un valor de **(2) Medio**.

- Contaminación

Debido a la existencia de diferentes municipios con altos índices de población focalizada, así como a la existencia de áreas destinadas a la conservación, se le asigna un valor de **(2) Medio** en esta categoría.

- Especies introducidas o exóticas

Se considera un valor **(2) Medio**, ya que solamente se consideran especies introducidas o exóticas las de uso doméstico.

- Prácticas de manejo inadecuadas

El sistema ambiental regional, presenta vegetación primaria, secundaria, áreas de agricultura, siendo unas de las principales afectaciones actuales el aumento de la población y la ampliación de sus áreas, así como el aumento de la necesidad de recursos naturales. Por tanto, se le asignó un valor de **(2) Medio**.

Una vez identificados y evaluados los indicadores, se obtuvo un resultado de 30 puntos, lo cual nos indica que el estado actual del SAR presenta una calidad media.

Tabla IV. 34 Estado de conservación del SAR.

Indicador		Valores	
A) Valor Ambiental	Integridad ecológica	2	Media
	Hábitats	3	Alto
	Endemismo	3	Alta
	Especies amenazadas	3	Alta
	Especies indicadoras de conservación	2	Media
	Biodiversidad	2	Media
B) Valor Socioeconómico	Especies de importancia comercial	2	Medio
	Importancia económica por sector	2	Medio
	Recursos estratégicos	0	No se conoce
	Recursos culturales	3	Alta
C) Riesgos y amenazas	Modificación del entorno	2	Media
	Contaminación	2	Media
	Especies introducidas	2	Media
	Prácticas de manejo inadecuado	2	Media
	<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>Calidad media</b>

### IV.3.2 Áreas vulnerables a impactos ambientales

En los siguientes apartados se describen las áreas que por sus condiciones son vulnerables a impactos ambientales:

**a) Ecosistemas frágiles o de alta biodiversidad:** De acuerdo al conjunto de datos vectoriales referente a la delimitación de las diferentes clases de humedales en México proporcionados por CONAGUA (2020); así como al conjunto de datos vectoriales de la CONANP (2016) y Sitios RAMSAR de México, en el área del SAR se localizan los siguientes humedales:

De acuerdo a CONAGUA (2020) el área del SAR contiene un total de 55 humedales de la clase creados, estuarinos, fluviales, lacustres y palustres, con un total de 14,988.248 ha, lo que representa el 0.519 % de la superficie del SAR. El humedal RH22Bb\_HUM\_C\_3301 de la clase Creados, es el más cercano a las estructuras adicionales al proyecto, encontrándose a 1.223 km de distancia, por lo que no se ve afectado por la operación y mantenimiento de las mismas (Tabla IV. 35 y Figura IV. 41).

Así mismo, en base a los datos vectoriales de CONANP (2016) en la parte sur-oeste del SAR se localiza el SITIO RAMSAR Lagunas de Chacahua, sin embargo, no se ve afectado por la operación y mantenimiento de las estructuras adicionales al proyecto, debido a la distancia en que se encuentran (Tabla IV. 36 y Figura IV. 41).

Tabla IV. 35 Humedales (CONAGUA, 2020).

ID	Clave	clase	Elementos	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
1	RH22Bb_HUM_C_3301	Creados	Antrópico	3,067.874	0.10630
2	RH21Cd_HUM_E_3233	Estuarino	Suelo	2,206.953	0.07647
3	RH20Ba_HUM_F_2922	Fluvial	Suelo	1,594.992	0.05527
4	RH20Aa_HUM_P_2898	Palustre	Suelo	1,217.068	0.04217
5	RH20Ba_HUM_F_2925	Fluvial	Suelo-Vegetación	906.525	0.03141
6	RH20Aa_HUM_C_2884	Creados	Antrópico	849.279	0.02943
7	RH20Aa_HUM_F_2891	Fluvial	Suelo	664.068	0.02301
8	RH22Ba_HUM_F_3299	Fluvial	Suelo-Vegetación	605.123	0.02097
9	RH21Cd_HUM_E_3236	Estuarino	Suelo-Vegetación	436.465	0.01512
10	RH20Ac_HUM_C_2903	Creados	Antrópico	358.625	0.01243
11	RH21Cd_HUM_E_3237	Estuarino	Vegetación	356.148	0.01234
12	RH20Ba_HUM_P_2936	Palustre	Suelo	338.515	0.01173
13	RH22Aa_HUM_E_3255	Estuarino	Suelo	208.328	0.00722
14	RH20Ae_HUM_P_2912	Palustre	Suelo-Vegetación	190.573	0.00660
15	RH20Ae_HUM_P_2911	Palustre	Suelo	184.143	0.00638
16	RH22Aa_HUM_P_3267	Palustre	Suelo	174.763	0.00606
17	RH22Aa_HUM_E_3253	Estuarino	Agua	162.998	0.00565
18	RH20Aa_HUM_E_2886	Estuarino	Suelo	150.542	0.00522
19	RH20Ae_HUM_F_2908	Fluvial	Suelo	147.226	0.00510
20	RH21Cd_HUM_P_3248	Palustre	Suelo	127.844	0.00443
21	RH21Cd_HUM_E_3234	Estuarino	Suelo-Agua	123.813	0.00429
22	RH20Ba_HUM_P_2939	Palustre	Suelo-Vegetación	115.143	0.00399
23	RH20Aa_HUM_F_2892	Fluvial	Suelo-Agua	94.188	0.00326
24	RH20Aa_HUM_E_2889	Estuarino	Vegetación	78.986	0.00274
25	RH20Aa_HUM_P_2901	Palustre	Vegetación	70.527	0.00244
26	RH21Cd_HUM_E_3231	Estuarino	Agua	53.187	0.00184
27	RH20Aa_HUM_E_2888	Estuarino	Suelo-Vegetación	53.156	0.00184
28	RH20Ae_HUM_F_2909	Fluvial	Suelo-Vegetación	52.164	0.00181
29	RH21Cd_HUM_P_3246	Palustre	Agua	49.755	0.00172
30	RH20Ab_HUM_F_2902	Fluvial	Suelo	40.090	0.00139
31	RH21Cd_HUM_E_3235	Estuarino	Suelo-Agua-Vegetación	38.485	0.00133
32	RH21Cd_HUM_P_3252	Palustre	Vegetación	29.796	0.00103
33	RH22Aa_HUM_E_3258	Estuarino	Suelo-Vegetación	27.727	0.00096
34	RH20Aa_HUM_F_2890	Fluvial	Agua	24.362	0.00084
35	RH21Cd_HUM_F_3240	Fluvial	Suelo	23.300	0.00081
36	RH20Aa_HUM_E_2885	Estuarino	Agua	20.451	0.00071
37	RH22Bd_HUM_F_3302	Fluvial	Agua	18.002	0.00062
38	RH20Aa_HUM_P_2900	Palustre	Suelo-Vegetación	14.757	0.00051
39	RH20Ae_HUM_P_2913	Palustre	Vegetación	14.690	0.00051
40	RH20Ad_HUM_P_2907	Palustre	Suelo	12.861	0.00045
41	RH22Bd_HUM_P_3303	Palustre	Agua	12.819	0.00044
42	RH20Aa_HUM_P_2899	Palustre	Suelo-Agua	12.409	0.00043
43	RH20Ac_HUM_F_2904	Fluvial	Agua	11.867	0.00041
44	RH22Ba_HUM_P_3300	Palustre	Suelo-Vegetación	11.430	0.00040
45	RH22Aa_HUM_E_3256	Estuarino	Suelo-Agua	7.569	0.00026
46	RH22Aa_HUM_P_3265	Palustre	Agua	6.712	0.00023
47	RH21Cd_HUM_P_3249	Palustre	Suelo-Agua	6.307	0.00022
48	RH20Ba_HUM_P_2940	Palustre	Vegetación	6.154	0.00021
49	RH22Aa_HUM_P_3269	Palustre	Suelo-Vegetación	5.162	0.00018
50	RH20Ba_HUM_F_2926	Fluvial	Vegetación	3.862	0.00013
51	RH20Aa_HUM_L_2896	Lacustre	Suelo-Agua	0.464	0.000016
52	RH21Cd_HUM_E_3233	Estuarino	Suelo	0.000	0.0000000012
53	RH21Cd_HUM_E_3236	Estuarino	Suelo-Vegetación	0.000	0.0000000012

ID	Clave	clase	Elementos	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
54	RH21Cd_HUM_E_3235	Estuarino	Suelo-Agua-Vegetación	0.000	0.0000000009
55	RH21Cd_HUM_E_3236	Estuarino	Suelo-Vegetación	0.000	0.0000000009
<b>Total</b>				<b>14,988.248</b>	<b>0.519</b>

Tabla IV. 36 Sitios RAMSAR (CONANP, 2016).

RAMSAR	Estado	Municipios	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
Lagunas de Chacahua	Oaxaca	Santiago Jamiltepec y Villa de Tututepec de M. O.	7,947.943	0.275

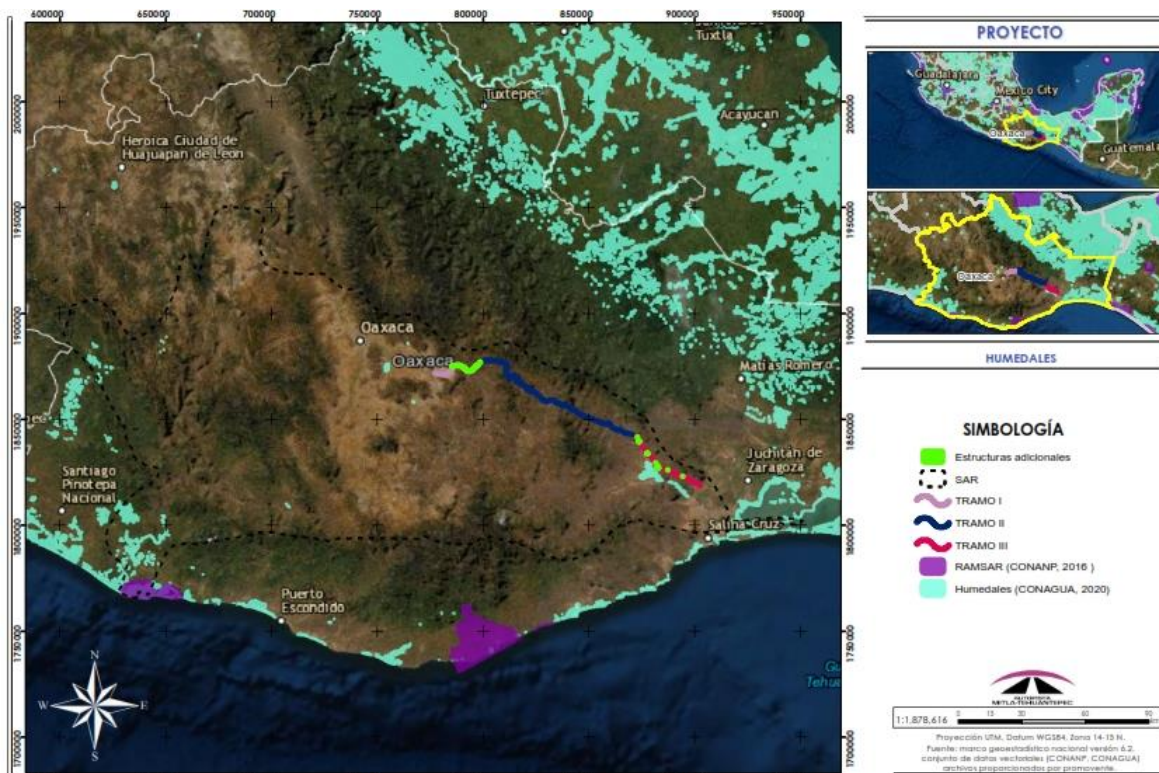


Figura IV. 41 Humedales en el área del SAR.

#### d) Tipos de vegetación amenazada

De acuerdo al conjunto de datos vectoriales del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC 2019), Vulnerabilidades definidas en el Atlas de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC), se presentan las áreas de Bosque Mesófilo de Montaña susceptibles a las perturbaciones, en el cual se puede observar que las áreas no sufren alteración alguna, esto debido a la distancia en



las que se encuentran las estructuras adicionales al proyecto (Tabla IV. 37 y Figura IV. 42).

Tabla IV. 37 Áreas con vegetación amenazada de Bosque Mesófilo de Montaña.

Región	Subregión	Grado de vulnerabilidad	Superficie (ha)	Porcentaje de Ocupación (%)
Cordillera Costera del Sur	Pluma Hidalgo	Media	4,961.580	0.172
		Muy alta	1,766.272	0.061
	Putla de Guerrero	Alta	17,882.298	0.620
		Media	747.668	0.026
		Muy alta	1,113.709	0.039
Sierra Norte de Oaxaca	Sierra Mixe	Media	10,028.291	0.347
<b>Total</b>			<b>36,499.818</b>	<b>1.265</b>

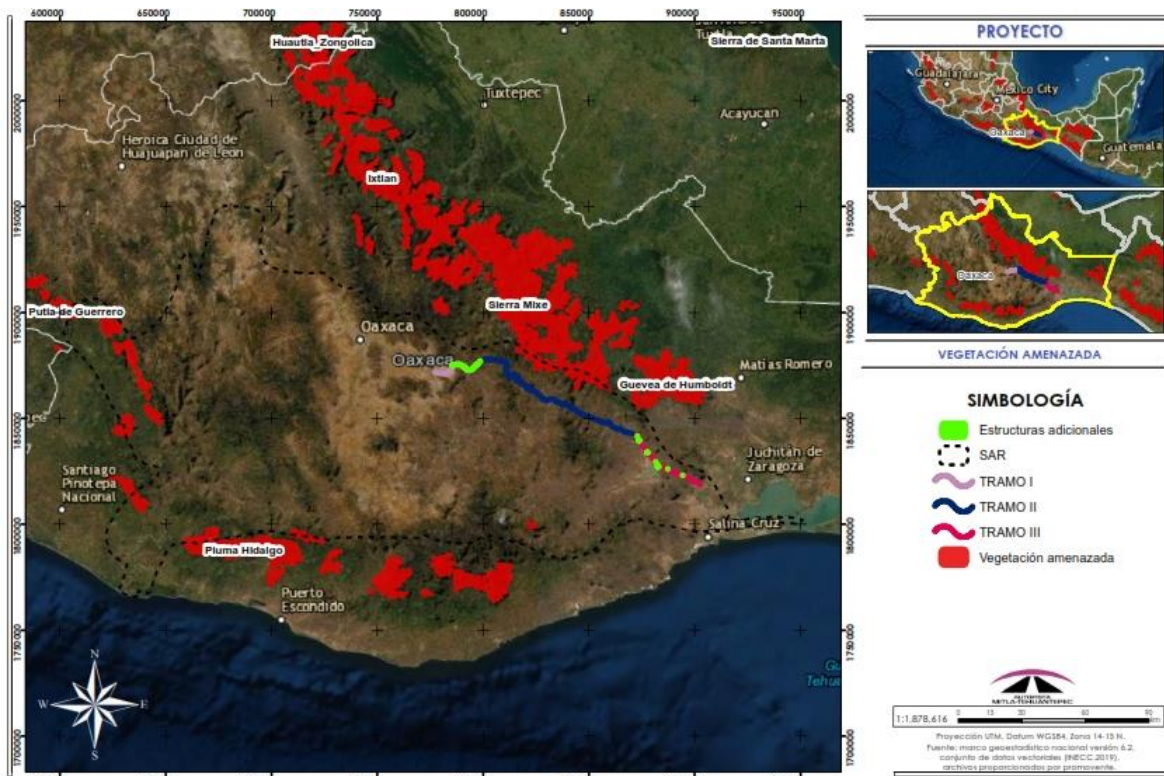


Figura IV. 42 Áreas con vegetación amenazada de Bosque Mesófilo de Montaña.





**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD REGIONAL**  
**AUTOPISTA MITLA TEHUANTEPEC, ETAPA DE**  
**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN,  
CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y  
RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.



## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	3
V.1. Identificación de impactos.	4
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.	5
V.2 Caracterización de los impactos.	19
V.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático	20
V.3 Valoración de los impactos	21
V.4 Impactos residuales	24
V.5 Impactos acumulativos	25
V.6 Conclusiones	26

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V. 1. Componentes y factores ambientales sobre los que inciden las obras...	5
Tabla V. 2 Actividades que inciden sobre los factores ambientales.....	5
Tabla V. 3 Evaluación cualitativa de los impactos que pudieran presentarse sobre los factores ambientales.....	7
Tabla V. 4 Impactos ambientales y sus consecuencias sobre el medio ambiente....	8
Tabla V. 5 Atributos considerados en la Evaluación.....	13
Tabla V. 6 Jerarquización de impactos ambientales. ....	16
Tabla V. 7 Matriz de impacto ambiental-operación y mantenimiento.....	17
Tabla V. 8 Indicadores de impacto ambiental. ....	21

## **CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**

Conesa Fernández-Vitoria (2009) señala que, la evaluación de impacto ambiental es un procedimiento que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividades producirá en caso de ser ejecutado, además, toma como base la prevención, corrección y valoración de los mismos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por la autoridad competente.

En este sentido, la presente evaluación se centra en analizar los posibles impactos ambientales a producirse durante la etapa de Operación y Mantenimiento de las obras a las que refiere la presente Manifestación, mismas que fueron construidas dentro de los Tramos I y III de la autopista Mitla-Tehuantepec, y que corresponden a 1 Entronque, 9 Pasos Inferiores Vehiculares (PIV); 5 Pasos Superiores Vehiculares (PSV); 2 Pasos Inferiores Peatonales y Ganaderos (PIPG); 2 Pasos Superiores Peatonales y Ganaderos (PSPG); 1 Paso Inferior Peatonal con Rampa, 7 Puentes y 1 área destinada a obras provisionales.

En relación a lo anterior y con la finalidad de dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2021) en su Artículo 28, donde se establecen 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, el presente documento analiza y evalúa el impacto ambiental a partir de la identificación, valoración y alternativas de cada uno de los impactos ambientales que tienen lugar por la operación y mantenimiento de las obras y/o actividades descritas en esta Manifestación.

Para poder realizar la valoración de los impactos ambientales que se generarán durante la operación y mantenimiento se realizó una caracterización y análisis de las condiciones ambientales del sistema ambiental regional y área del proyecto, la

descripción de éstas se encuentra ampliamente descrita en el Capítulo IV del presente estudio.

Para tal efecto se consideraron los diferentes componentes ambientales como son el impacto sobre el aire, suelo, agua, flora, fauna, población, infraestructura y servicios y paisaje.

### **V.1. Identificación de impactos.**

El objetivo de esta etapa es identificar y caracterizar de manera estructural y funcional los factores ambientales y socioeconómicos involucrados o susceptibles o que pudieron sufrir algún cambio, positivo o negativo.

A fin de identificar los impactos ambientales, fue necesario considerar el tipo de impacto, así como el área afectada y la vida útil de las obras realizadas, sus efectos y la magnitud con la que inciden sobre los componentes y funciones ambientales, con el objetivo de identificar no solo el impacto sino también su grado de significancia ambiental.

Considerando lo anterior, en los siguientes apartados se presenta la evaluación del impacto ambiental de las obras descritas en el Capítulo II, con la finalidad de proponer las acciones preventivas, mitigadoras y compensatorias, a fin de reducir los daños que se presentan sobre los componentes ambientales, durante la etapa de operación y mantenimiento

- **Componentes ambientales**

Dentro de la evaluación de impacto ambiental, los factores ambientales representan a todos los elementos constitutivos del medio ambiente bióticos, abióticos y socioeconómicos, entre ellos el aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna, población y el paisaje; elementos que son susceptibles de ser modificados por el hombre, ya sea a corto, mediano o largo plazo.

La identificación de los impactos ambientales generados durante la etapa de operación y mantenimiento se realizó verificando que fueran representativos y relevantes del entorno, considerando su importancia sobre el medio y que por sus características fueran fácilmente identificables y medibles.

En la siguiente tabla, se presentan los componentes y factores ambientales sobre los que se producen impactos ambientales durante la operación y mantenimiento.

Tabla V. 1. Componentes y factores ambientales sobre los que inciden las obras.

Medio	Componente ambiental	Factor ambiental
Abiótico	Aire	Calidad del aire
		Confort sonoro
	Suelo	Relieve y topografía
		Calidad
	Agua	Cantidad
Procesos	Calidad del agua	
Biótico	Flora	Erosión del suelo
	Fauna	Cobertura vegetal
	Población	Movilidad y mortandad
Socioeconómico	Infraestructura y servicios	Empleo
		Red carretera
	Paisaje	Núcleos urbanos
		Calidad paisajística
		Visibilidad

● **Componentes del proyecto**

El objetivo de este apartado es identificar las distintas actividades que se realizan durante la etapa de operación y mantenimiento de las obras. Las cuales son fuentes de cambio y perturbación por su operación. A continuación se establece el conjunto de actividades que se distinguen por generar un impacto positivo o negativo sobre los factores ambientales anteriormente presentados.

Tabla V. 2. Actividades que inciden sobre los factores ambientales.

Etapa	Actividad	Acciones
Operación y Mantenimiento	Tránsito vehicular	Se incrementa el número de automóviles que transitan la carretera.
	Mantenimiento preventivo	Conservación de la vía asfáltica Limpieza de cunetas Bacheo superficial Conservación de señalización
	Mantenimiento correctivo	Remoción de derrumbes Rehabilitación de estructuras
	Reforestación	Plantación, mantenimiento, protección, evaluación y seguimiento.

**V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.**

Con base en los factores ambientales y actividades impactantes, se procedió a evaluar los procesos y fenómenos del deterioro o transformación que pudiera sufrir



el área de influencia del proyecto y el Sistema Ambiental Regional (SAR).

- **Evaluación cualitativa**

La evaluación cualitativa permite obtener la valoración de los impactos ocasionados, lo cual arroja una idea del efecto que cada acción o actividad impactante tendría sobre cada factor ambiental. Para el proceso de descripción y valoración de los impactos ambientales previamente identificados se utilizó la matriz de interacciones de causa-efecto propuesta por Leopold (1971), con la finalidad de obtener y conocer, a través de un resumen, los impactos que se generan concretamente en cada actividad durante la etapa de operación y mantenimiento.

Este método consiste en un cuadro de doble entrada, en la que sobre las filas se disponen los factores ambientales que pudieran ser afectados, mientras que en las columnas se colocan las acciones que pueden causar impactos ambientales.

En la siguiente tabla se presentan las interacciones de los factores ambientales y las acciones, mostrando los posibles impactos producidos por la operación y mantenimiento de las obras contempladas en esta Manifestación de Impacto Ambiental.

Tabla V. 3 Evaluación cualitativa de los impactos que pudieran presentarse sobre los factores ambientales.

Componente ambiental	Factor Ambiental	Impacto Ambiental	O&M				Efecto	
			Operación (tránsito vehicular)	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento correctivo	Reforestación	Negativo por factor	Positivo por factor
Aire	Calidad del aire	Emisiones a la atmosfera	-	-	-		3	0
	Confort sonoro	Aumento del ruido	-	-	-		3	0
Suelo	Relieve y topografía	Modificación del terreno natural			-	+	1	1
	Calidad	Alteración de la calidad del suelo	-	-	-	+	3	1
Agua	Cantidad	Modificación de patrones naturales de escurrimientos			-	+	1	1
	Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua superficial	-	-	-	+	3	1
Procesos	Erosión del suelo	Nivel de erosión del suelo			-	+	1	1
Flora	Cobertura vegetal	Fragmentación de la estructura vegetal	-		-	+	2	1
Fauna	Movilidad y mortalidad	Aumento de la mortalidad por atropellamiento	-		-	+	2	1
Población	Empleo	Derrama económica	+	+	+	+	0	4
Infraestructura y servicios	Red carretera	Mejoramiento de la red de carreteras	+	+	+		0	3
	Núcleos urbanos	Núcleos urbanos beneficiados	+			+	0	2
Paisaje	Calidad paisajística	Modificación de la calidad del paisaje	-			+	1	1
	Visibilidad	Obstrucción de la visibilidad natural del paisaje	-			+	1	1
Negativos por actividad			8	4	9	0	<b>21</b>	
Positivos por actividad			3	2	2	11		<b>18</b>

O&M= Operación y Mantenimiento. (-)= Impacto negativo. (+)= Impacto positivo.

Como resultado de la evaluación cualitativa a través de la matriz de interacciones (causa-efecto), se obtuvo un total de 4 actividades relevantes para la etapa de operación y mantenimiento, que fueron relacionadas con 14 factores ambientales correspondientes a 9 componentes ambientales (aire, suelo, agua, procesos del medio inerte, flora, fauna, población, infraestructura y servicios, y paisaje).

Se obtuvieron 39 interacciones, que potencialmente causan afectaciones ambientales, de las cuales 21 se catalogaron como negativas y 18 como positivas. Encontrándose que los elementos ambientales atmósfera, suelo y agua fueron los que mayor número de interacciones tuvieron (6). En general, las interacciones evidenciaron las incidencias del proyecto sobre cada factor ambiental y social, otorgando una valoración del efecto que cada acción produce en el medio ambiente.

De las interacciones encontradas entre cada factor ambiental y las diferentes actividades realizadas, se identificaron los posibles impactos que se generan sobre cada elemento; con lo cual se obtuvo la relación causa efecto, es decir, un resumen de los impactos ambientales y sus consecuencias dentro del medio ambiente. En la siguiente tabla se presentan los impactos y las consecuencias ambientales identificadas.

Tabla V. 4 Impactos ambientales y sus consecuencias sobre el medio ambiente.

Actividad	Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Consecuencia
Operación (tránsito vehicular)	Aire	Calidad del aire	Emisiones a la atmósfera de GEI	Modificación de la calidad del aire
		Confort sonoro	Aumento del ruido	Desplazamiento de fauna y contaminación auditiva
	Suelo	Calidad del suelo	Alteración de la calidad del suelo	Modificación de la estructura original del suelo
	Agua	Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua	Contaminantes o elementos extraños sobre el agua superficial
	Flora	Cobertura vegetal	Fragmentación de la estructura vegetal	Modificación de la estructura y composición de las comunidades vegetales

Actividad	Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Consecuencia	
	Fauna	Movilidad y mortalidad	Limitación en la movilidad y aumento en la mortalidad por atropellamiento	Incremento en el número de individuos atropellados	
	Población	Empleo	Derrama económica	Mejoramiento de los ingresos económicos de los trabajadores	
	Estructura y servicios	Red carretera	Mejoramiento de la red de carreteras	Mejoramiento de la red de carreteras	Mejoramiento de la conectividad entre las localidades
		Núcleos urbanos	Núcleos urbanos beneficiados	Núcleos urbanos beneficiados	Tiempos más cortos en los trayectos
	Paisaje	Calidad paisajística	Modificación de la calidad del paisaje	Modificación de la calidad del paisaje	Modificación de la estructura natural del paisaje
		Visibilidad	Obstrucción de la visibilidad	Obstrucción de la visibilidad	Alteración visual del paisaje
Mantenimiento preventivo	Aire	Calidad del aire	Emisiones a la atmósfera de GEI	Modificación de la calidad del aire	
		Confort sonoro	Aumento del ruido	Desplazamiento de fauna y contaminación auditiva	
	Suelo	Calidad del suelo	Alteración de la calidad del suelo	Modificación de la estructura original del suelo	
	Agua	Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua	Contaminantes o elementos extraños sobre el agua superficial	
	Población	Empleo	Derrama económica	Mejoramiento de los ingresos económicos de los trabajadores	
	Estructura y servicios	Red carretera	Mejoramiento de la red de carreteras	Mejoramiento de la conectividad entre las localidades	
Mantenimiento correctivo	Aire	Calidad del aire	Emisiones a la atmósfera de GEI	Modificación de la calidad del aire	
		Confort sonoro	Aumento del ruido	Desplazamiento de fauna y contaminación auditiva	
	Suelo	Relieve y topografía	Modificación del terreno natural	Alteración del terreno natural	
		Calidad del suelo	Alteración de la calidad del suelo	Modificación de la estructura original del suelo	
	Agua	Cantidad	Modificación de patrones natural de escurrimiento	Aumento del escurrimiento superficial	
		Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua	Contaminantes o elementos extraños sobre el agua superficial	
	Procesos del medio inerte	Erosión del suelo	Nivel de erosión del suelo	Incremento en el volumen de erosión	

Actividad	Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Consecuencia
	Flora	Cobertura vegetal	Fragmentación de la estructura vegetal	Modificación de la estructura y composición de las comunidades vegetales
	Fauna	Movilidad y mortalidad	Limitación en la movilidad y aumento en la mortalidad por atropellamiento	Incremento en el número de individuos atropellados
	Población	Empleo	Derrama económica	Mejoramiento de los ingresos económicos de los trabajadores
	Estructura y servicios	Red carretera	Mejoramiento de la red de carreteras	Mejoramiento de la conectividad entre las localidades
(+)-Reforestación	Suelo	Relieve y topografía	Modificación del terreno natural	Mejoramiento del terreno natural
		Calidad del suelo	Alteración de la calidad del suelo	Mejoramiento de la estructura original del suelo
	Agua	Cantidad	Modificación de patrones natural de escurrimiento	Disminución del escurrimiento superficial y aumento de la captación
		Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua	Mejoramiento de la calidad del agua
	Procesos del medio inerte	Erosión del suelo	Nivel de erosión del suelo	Disminución en el volumen de erosión
	Flora	Cobertura vegetal	Homogeneización de la estructura vegetal	Modificación de la estructura y composición de las comunidades vegetales
	Fauna	Movilidad y mortalidad	Mejoramiento de la movilidad y reducción de la mortandad	Disminución en el número de individuos atropellados Generación de hábitats para la fauna
	Población	Empleo	Derrama económica	Mejoramiento de los ingresos económicos de los trabajadores
	Estructura y servicios	Núcleos urbanos	Núcleos urbanos beneficiados	Restauración de áreas deforestadas
	Paisaje	Calidad paisajística	Modificación de la calidad del paisaje	Modificación de la estructura del paisaje
		Visibilidad	Obstrucción de la visibilidad	Mejoramiento visual del paisaje

Nota: (+)=Impactos Positivos.

- Evaluación cuantitativa**

Una vez establecidas las interacciones de causa-efecto se procedió a evaluar los impactos ambientales, en términos cuantitativos, con base en la metodología



propuesta por Conesa Fernández-Vitoria (2009), la cual considera una serie de criterios, atributos, incidencia, magnitud, valoración y jerarquización de los impactos ambientales. Esta metodología parte de la integración de una matriz de interacciones que permite evaluar los efectos de las obras mediante un análisis objetivo de cada fase de su desarrollo considerando los elementos y acciones que pueden provocar impactos significativos sobre los componentes ambientales; además, indica en términos cualitativos y cuantitativos el grado de inmediatez de cada impacto facilitando así la propuesta de acciones preventivas, mitigadoras y compensatorias.

En los siguientes apartados se describen cada uno de los aspectos que se consideraron para la evaluación de impacto ambiental:

- **Criterios**

La importancia del impacto se mide en relación al grado de manifestación cualitativa del efecto y a su vez está en función del grado de intensidad del impacto generado. Evaluar los impactos ambientales que se presentan en el medio ambiente a causa de actividades antropogénicas implica la noción sobre lo que es el ambiente y la forma en que interactúa. En este sentido en la evaluación de los impactos ambientales se debe considerar la intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación, efecto y periodicidad.

A continuación, se describen estos criterios que de acuerdo con Conesa Fernández-Vitoria (2009) son atributos utilizados para el cálculo de la importancia de los impactos de las acciones o actividades generadas por el proyecto, el cual presenta la siguiente tipología:

1. Signo. Se refiere al carácter que puede ser beneficioso (+) o perjudicial (-). En caso de que el impacto sea previsible, pero de difícil calificación sin estudios específicos, se marca con una (x).
2. Inmediatez. Directo o indirecto. Efecto directo o primario es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental, mientras que el indirecto

- o secundario es el que se deriva de un efecto primario. Mide el grado de incidencia sobre el medio, valorándose como baja (1), media (2) y alta (3).
3. Extensión. Representa el área de influencia teórica del impacto, con relación al entorno del proyecto. El impacto será puntual cuando su localización sea precisa y poco extensa. El impacto puntual recibirá una calificación de 1, el impacto parcial de 2 y el impacto extenso de 3.
  4. Acumulación (Simple o acumulativo). El efecto simple es el que se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos. Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.
  5. Sinergia. Contempla el reforzamiento de dos o más impactos simples. Efecto sinérgico significativo se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples se convierte en un efecto mayor.
  6. Momento. Corto, mediano y largo plazo. El efecto a corto plazo es el que se manifiesta en un ciclo anual, el efecto a mediano plazo antes de cinco años y a largo plazo se desarrolla en un periodo mayor a 5 años.
  7. Persistencia. Tiempo supuesto de permanencia del efecto desde su aparición y a partir del cual el factor ambiental afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas de prevención, mitigación y compensación.
  8. Reversibilidad. Posibilidad de retorno en el tiempo del factor ambiental por medios naturales a las condiciones que tenía antes de la ocurrencia de la acción.
  9. Recuperabilidad (recuperable o irrecuperable). Efecto recuperable es el que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana, si no es así es irrecuperable.
  10. Periodicidad (periódico o de aparición irregular). Efecto periódico es el que se manifiesta de forma cíclica o recurrente; efecto de aparición irregular es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.

Por otra parte, los atributos que se evalúan para cada impacto y su caracterización se presentan a continuación.

### Atributos de impacto

Carácter del impacto

- Benéfico: Cuando el impacto mejora las condiciones existentes en el entorno.
- Adverso: Cuando el impacto altera o destruye las condiciones existentes en el medio.

En la siguiente tabla se presentan los atributos, su carácter y códigos numéricos que fueron considerados para la evaluación y caracterización de los impactos ambientales resultado de la operación y mantenimiento:

Tabla V. 5 Atributos considerados en la Evaluación.

Atributos	Carácter de los atributos	Descripción	Código Valor
Signo del efecto	Benéfico	Se refiere a la consideración de benéfico o adverso	+
	Adverso		-
	Difícil de calificar	Requiere de estudios para asignarle valor	x
Inmediatez	Directo o primario	Tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental	3
	Indirecto o secundario	Se deriva de un efecto primario	1
Acumulación	Simple	Se manifiesta en un sólo componente ambiental o no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos	1
	Acumulativo	Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera	3
Sinergia	Leve	Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple	1
	Media		2
	Fuerte		3
Momento	Corto plazo	Se manifiesta en un ciclo anual	3
	Medio plazo	Se manifiesta antes de cinco años	2
	Largo plazo	Se manifiesta en un período mayor a 5 años	1
Persistencia	Temporal	Supone una alteración que desaparece después de un tiempo	1
	Permanente	Supone una alteración de duración indefinida	3
Reversibilidad	Corto plazo o reversible	Puede ser asimilado por los procesos naturales en un corto plazo reversible en su totalidad	1
	Mediano plazo o parcialmente reversible	Puede ser asimilado por los procesos naturales a mediano plazo	2

Atributos	Carácter de los atributos	Descripción	Código Valor
	Largo plazo o no reversible	No puede ser asimilado por los procesos naturales o sólo después de muy largo tiempo	3
Recuperabilidad	Fácil	Puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana	1
	Media		2
	Difícil	Es muy difícil de eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana	3
Continuidad	Continuo	Produce una alteración constante en el tiempo	3
	Discontinuo	Se manifiesta de forma intermitente o irregular	1
Periodicidad	Periódico	Se manifiesta de forma cíclica o recurrente	3
	Irregular	Se manifiesta de forma impredecible en el tiempo debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia	1

- **Índice de incidencia**

La incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración. El índice de incidencia se calcula a través de la siguiente expresión matemática:

$$I_{estandarizada} = (I - I_{min}) / (I_{máx} - I_{min})$$

Donde:

I = valor de incidencia obtenido por un impacto ambiental

I<sub>máx.</sub> = valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor

I<sub>min.</sub> = valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor

- **Magnitud**

La magnitud se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental, está dado por la escala o la intensidad de la acción en el tiempo; por lo que, a mayor intensidad, mayor será la valoración que se hace de su influencia.

La determinación de la magnitud del impacto ambiental se lleva a cabo mediante la predicción de los cambios desencadenados por una acción sobre los diferentes factores ambientales. Para ello se asignan valores entre 0 y 1 a cada factor

ambiental considerando la no realización y la realización de una acción determinada del proyecto, que para el caso del presente estudio se utilizarán en base a las acciones realizadas, dado que el impacto ya fue emitido. El valor cercano a 1 significa una mayor calidad del factor, mientras que los valores cercanos a 0 significan una menor calidad del factor.

La magnitud del impacto ambiental será la diferencia entre los valores de la calidad del factor sin proyecto menos la calidad del factor con proyecto. Si se presenta un valor de 0 significa que el impacto ambiental fue totalmente mitigado y el sistema no sufrió ninguna modificación.

- **Valoración del impacto**

Esta fase permite hacer una predicción numérica de cada uno de los impactos individuales, para después agruparse a fin de obtener una predicción numérica del impacto total o neto. Esta predicción se transforma, finalmente, en variables intangibles que se tratan de manera cualitativa.

Cada uno de los factores ambientales alterados se obtiene por diferencia entre la situación "sin" y "con" proyecto, el valor del impacto ambiental sobre cada uno de ellos, expresados en valores limitados entre 0 y 1, atribuyéndose a partir de la siguiente fórmula:

$$Vi = M * Ii$$

Dónde:

Vi = Valor de un impacto

M = Magnitud

Ii = Índice de incidencia

- **Jerarquización**

En esta etapa, los impactos medidos se transforman en unidades homogéneas de tal manera que permitan comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto.

La jerarquización permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto y requiere de la determinación del valor de cada impacto



en unidades conmensurables a partir de los valores de incidencia y magnitud; como ambos oscilan entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar, a su vez, entre 0 y 1; ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

En esta parte de la evaluación, se realizan las sumas ponderadas por filas y columnas para identificar las acciones más agresivas (valores negativos muy altos) y beneficios (valores positivos más altos). Dichas sumas mostrarán los factores más afectados por la ejecución del proyecto. Todo esto permitirá la realización de una valoración cualitativa que ayude a proponer distintas alternativas de prevención, mitigación y compensación al medio ambiente.

Una vez realizada la operación se consultan los datos de la Tabla V.6, para ubicar el impacto ambiental generado.

Tabla V. 6 Jerarquización de impactos ambientales.

Impactos Benéficos	Jerarquización	Impactos Adversos
Benéfico muy importante	0.81 – 1.00	Adverso muy importante
Benéfico importante	0.61 – 0.80	Adverso importante
Benéfico medio	0.41 – 0.60	Adverso medio
Benéfico moderado	0.21 - 0.40	Adverso moderado
Benéfico muy moderado	0.01 - 0.20	Adverso muy moderado
O nulo		

Como resultado de la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales, en algunos de los factores ambientales se encontraron tanto interacciones negativas como positivas. Con base a las actividades que se desarrollarán durante la operación y mantenimiento. Siendo el medio socio ambiental el que mayor número de interacciones positivas presenta.

En la siguiente tabla se presenta la matriz de impactos evaluados para la etapa de operación y mantenimiento.

Tabla V. 7 Matriz de impacto ambiental-operación y mantenimiento.

Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Criterios de incidencia										Incidencia	Índice de incidencia	Calidad		Magnitud	Valor del impacto	Jerarquización
			Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Continuidad			Con proyecto	Sin proyecto			
Aire	Calidad del aire	Emisiones a la atmósfera de GEI	-	3	3	2	3	1	1	2	3	3	21	0.67	0.90	1.00	-0.10	-0.07	Adverso muy moderado
	Confort sonoro	Aumento del ruido	-	3	1	3	3	1	1	1	3	1	17	0.44	0.80	0.85	-0.05	-0.02	Adverso muy moderado
Suelo	Relieve y topografía	Modificación del terreno natural	-	1	3	2	2	3	2	3	1	1	18	0.5	0.85	0.90	-0.05	-0.03	Adverso muy moderado
		*Modificación del terreno natural	+	3	3	2	2	3	2	2	3	3	23	0.78	0.92	0.90	0.02	0.02	Benéfico muy moderado
	Calidad	Alteración de la calidad del suelo	-	3	1	2	3	1	2	1	1	1	15	0.33	0.75	0.80	-0.05	-0.02	Adverso muy moderado
*Alteración de la calidad del suelo		+	3	1	2	2	3	2	2	3	3	21	0.67	0.81	0.80	0.01	0.01	Benéfico muy moderado	
Agua	Cantidad	Modificación de patrones naturales de escurrimientos	-	3	1	2	3	3	2	2	1	1	18	0.5	0.89	0.90	-0.01	-0.01	Adverso muy moderado
		*Modificación de patrones naturales de escurrimientos	+	3	3	2	2	3	2	3	3	3	24	0.83	0.92	0.90	0.02	0.02	Benéfico muy moderado
	Calidad del agua	Alteración de la calidad del agua superficial	-	3	3	2	3	3	2	2	1	1	20	0.61	0.75	0.80	-0.05	-0.03	Adverso muy moderado
		*Alteración de la calidad del agua superficial	+	3	3	2	2	3	2	2	3	3	23	0.78	0.81	0.80	0.01	0.01	Benéfico muy moderado
Procesos	Erosión del suelo	Nivel de erosión del suelo	-	3	3	2	3	3	2	1	1	1	19	0.56	0.76	0.80	-0.04	-0.02	Adverso muy moderado
		*Nivel de erosión del suelo	+	3	1	2	2	3	2	2	3	3	21	0.67	0.83	0.80	0.03	0.02	Benéfico muy moderado
Flora	Cobertura vegetal	Fragmentación de la estructura vegetal	-	1	3	2	1	3	1	2	1	1	15	0.33	0.87	0.90	-0.03	-0.01	Adverso muy moderado

Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Criterios de incidencia										Incidencia	Índice de incidencia	Calidad		Magnitud	Valor del impacto	Jerarquización
			Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Periodicidad	Continuidad			Con proyecto	Sin proyecto			
		*Homogeneización de la estructura vegetal	+	1	3	2	1	3	2	2	3	3	20	0.61	0.93	0.90	0.03	0.02	Benéfico muy moderado
Fauna	Movilidad y mortalidad	Disminución de la movilidad y aumento de la mortalidad por atropellamiento.	-	3	3	3	3	3	2	2	3	1	23	0.78	0.45	0.60	-0.15	-0.12	Adverso muy moderado
		*Mejoramiento de la movilidad y reducción de la mortandad.	+	3	3	2	2	3	2	2	3	3	23	0.78	0.62	0.60	0.02	0.02	Benéfico muy moderado
Población	Empleo	Derrama económica	+	3	3	2	3	3	2	2	3	1	22	0.72	0.80	0.70	0.10	0.07	Benéfico muy moderado
Infraestructura y servicios	Red carretera	Mejoramiento de la red de carreteras	+	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	1	0.80	0.60	0.20	0.20	Benéfico muy moderado
	Núcleos urbanos	Núcleos urbanos beneficiados	+	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	1	0.80	0.60	0.20	0.20	Benéfico muy moderado
Paisaje	Calidad paisajística	Modificación de la calidad del paisaje	-	1	3	2	3	3	3	3	3	3	24	0.83	0.80	0.90	-0.10	-0.08	Adverso muy moderado
		*Modificación de la calidad del paisaje	+	1	3	2	2	3	2	2	3	3	21	0.67	0.92	0.90	0.02	0.01	Benéfico muy moderado
	Visibilidad	Obstrucción de la visibilidad natural del paisaje	-	3	3	2	3	1	1	2	3	1	19	0.56	0.70	0.80	-0.10	-0.06	Adverso muy moderado
		*Obstrucción de la visibilidad natural del paisaje	+	1	3	2	2	3	2	2	3	3	21	0.67	0.81	0.80	0.01	0.01	Benéfico muy moderado

Nota: (\*)= Impactos positivos de la reforestación.

## V.2 Caracterización de los impactos.

A partir de la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales y con base en las observaciones realizadas en campo, durante la etapa de operación y mantenimiento, se prevé que 11 de los 14 factores ambientales presenten un impacto ambiental adverso muy moderado dado que su valor fluctúa entre 0.01 y 0.12. Así mismo, 12 factores ambientales presentarán un impacto benéfico muy moderado, principalmente en los componentes ambientales de Infraestructura y servicios, así como en población.

Derivado de lo anterior, se determinó que entre los factores ambientales que mayor impacto representan dentro del Sistema Ambiental Regional, es el de Movilidad y Mortandad de Fauna, el cual tomó un valor de -0.12 debido a que se prevé un incremento en el número de individuos atropellados dentro del trazo carretero.

El factor ambiental de Calidad Paisajística es el segundo con mayor valor de impacto (-0.08), debido a que se modifica la calidad natural del paisaje al incrementar el flujo vehicular que se integra al trazo carretero a través de las obras tales como pasos superiores e inferiores, así como las que circulan por los puentes.

En tercer lugar se encuentra el factor ambiental Calidad del Aire con un valor de -0.07, debido a que se incrementarán las emisiones a la atmósfera de gases efecto invernadero (GEI) a consecuencia del incremento de vehículos automotores que circularán por la autopista.

Mientras que en cuarto lugar con un valor de impacto igual a -0.06 se encuentra el factor ambiental Visibilidad natural de paisaje, debido al incremento en el número de vehículos que utilizan y circulan por las obras, obstruyendo la visibilidad paisajística

Y por último, los otros siete factores que presentaron un impacto adverso muy moderado, obtuvieron un valor por debajo del -0.04, por lo que se catalogan como poco significativos.

Así mismo, dentro de los impactos catalogados como benéficos muy moderados, los que presentaron un mayor valor corresponden a los factores ambientales Red

de carreteras y Núcleos urbanos, ambos con valor de 0.20. Debido a que, ambos contribuyen al mejoramiento de la red de carreteras y a la interconexión de localidades cercanas al trazo carretero.

En segundo lugar de importancia, se encuentra el impacto generado sobre el factor Empleo, el cual obtuvo un valor de 0.07, debido a los empleos generados y a la derrama económica que se generará.

Finalmente, los 8 factores ambientales restantes con un impacto benéfico muy moderado, presentan valores iguales o menores a 0.02, por lo que se catalogan como poco significativos. Los cuales se mencionan a continuación:

- Con un valor de impacto igual a 0.02, los impactos benéficos resultado de la reforestación son: Modificación del terreno natural; disminución del nivel de erosión; homogeneización de la estructura vegetal.
- Con un valor de impacto igual a 0.001, los impactos benéficos resultado de la reforestación son: Mejoramiento de la calidad del suelo; mejoramiento de la calidad del agua superficial y mejoramiento de la calidad y visibilidad del paisaje.

### **V.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático**

Una vez identificados los posibles impactos o efectos ocasionados por la operación y mantenimiento de las obras sobre el medio ambiente, se seleccionaron indicadores que permiten representarlos en forma cualitativa o cuantitativa para su evaluación, por lo que estos son sencillos, representativos y verídicos.

Por consiguiente, en la Tabla V.8 se presentan los indicadores de impacto ambiental, con los cuales es posible evaluar el grado de impacto en términos cualitativos y cuantitativos, esto considerando su grado de representatividad y relevancia dentro del medio. Las unidades de medida de cada indicador estarán determinadas por el propio indicador, y por lo tanto cada factor será medido en unidades diferentes.



Tabla V. 8 Indicadores de impacto ambiental.

Medio	Componente ambiental	Indicador de impacto	Indicativo de impacto
Abiótico	Aire	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas en suspensión, polvos, humos y GEI por el uso de combustibles fósiles en vehículos automotor.	Niveles de GEI liberados a la atmósfera generados por fuentes móviles (Indicadas en el capítulo II).
		Aumento en los niveles de ruido atmosférico por el uso de maquinaria y equipo.	Límites máximos permisibles de emisión de ruido.
	Suelo	Modificación del relieve original por la construcción de estructuras.	Nivelación del terreno.
		Alteración de la capa superficial del suelo.	Volumen de suelo contaminado.
	Agua	Alteración en el curso de los escurrimientos superficiales.	Número de escurrimientos superficiales afectados.
		Presencia de elementos extraños que pudieran alterar la calidad y flujo natural del agua.	Índices de calidad del agua.
Procesos	Tipos de degradación del suelo	Nivel de erosión del suelo.	
Biótico	Flora	Fragmentación a la estructura y composición de las comunidades vegetales	Superficie total de ocupación.
	Fauna	Movilidad y mortalidad	Número de individuos atropellados.
Socioeconómico	Población	Número de empleos generados	Derrama económica.
	Infraestructura y servicios	Mejoramiento de la red de carreteras	Número de interconexiones de localidades a través de nueva infraestructura.
		Núcleos urbanos cercanos a la autopista	Número de núcleos urbanos beneficiados.
	Paisaje	Modificación del paisaje por la presencia de elementos ajenos al natural.	Número de obras construidas.
		Obstrucción de la visibilidad del fondo escénico por la dispersión de polvos o humos.	Vista escénica.

### V.3 Valoración de los impactos

Esta sección incluye un desarrollo más detallado sobre la naturaleza de los impactos identificados como permanentes o continuos a todo lo largo de la vida útil del proyecto o que, por su naturaleza, presentan dificultades para su prevención, mitigación o compensación. De acuerdo a lo identificado en la

sección anterior, se clasificó a 2 grandes grupos de impactos presentes a todo lo largo de la vida útil del proyecto y que por su naturaleza no son fáciles de prevenir, mitigar o compensar de manera exhaustiva.

Estos impactos se describen a continuación y son objeto de las medidas, planes y programas de compensación. Debido a que se espera que estas obras se conviertan en un componente permanente del sistema de infraestructura carretera a nivel local y regional, por lo tanto no se considera factible técnica o económicamente su abandono.

La operación de carreteras puede afectar el correcto funcionamiento de un ecosistema o grupo de ecosistemas por la degradación del entorno natural, por el riesgo de atropellamiento de individuos de fauna silvestre y por la fragmentación de comunidades vegetales, si no se realizan actividades de prevención, mitigación y compensación ambiental.

Los impactos más importantes identificados y que tienen lugar durante las actividades de operación y mantenimiento son los relacionados con las poblaciones animales que ven limitado su libre movimiento y el aumento de la mortandad de fauna silvestre por riesgo de atropellamiento; la presencia de materiales y estructuras ajenas al ambiente que modifican la calidad del paisaje natural; la alteración de la calidad del aire, debido a emisiones de gases a la atmósfera producto del tránsito de los vehículos automotores durante toda la vida útil del proyecto; así como la obstrucción de la vista escénica, por lo cual se han propuesto diversas medidas para contrarrestar estos impactos.

Es por ello, que de acuerdo a los criterios utilizados en la evaluación cuantitativa (Ver tabla V.7), a continuación se realiza la descripción de los impactos de acuerdo con su valor de importancia.

### **Componente ambiental: Fauna**

La afectación generada sobre el factor Modalidad y Mortalidad, se considera de carácter permanente ya que se presentará de forma cíclica o recurrente durante la vida útil del proyecto, de forma discontinua y supone una alteración de duración

indefinida. Sin embargo, a lo largo del tramo I y III se han implementado acciones de protección ambiental para mitigar la afectación, tales como: Pasos de Fauna, Señalamientos y Límites de velocidad, por lo que se categoriza como impacto adverso muy moderado.

### **Componente ambiental: Paisaje**

Se presenta en los factores: Calidad del paisaje y Visibilidad. Este impacto se considera de carácter permanente ya que supone una duración indefinida durante la vida útil del proyecto, las afectaciones generadas sobre estos factores serán de carácter puntual y de difícil recuperabilidad por acción natural. Debido a la naturaleza del proyecto, resulta poco viable remover la infraestructura. Sin embargo, las estructuras se encuentran dispersas, ocupando un área adicional, fuera del DDV previamente autorizado correspondiente al 0.49% (4.892 ha) del área autorizada en el Oficio S.G.P.A./DGIRA/DGI.0553.03 (989.87 ha). Siendo un impacto categorizado como adverso muy moderado.

### **Componente: Aire**

Las afectaciones en el componente atmósfera, se presenta en dos factores ambientales: Calidad del Aire y confort Sonoro. Las afectaciones son catalogadas de carácter temporal debido a que suponen una alteración que desaparece después de un tiempo y puede ser asimilado por los procesos naturales en un corto plazo. Presentándose puntualmente en los sitios de las obras durante periodos cortos, siendo un impacto categorizado como adverso muy moderado.

Respecto a los impactos positivos por la operación y mantenimiento, a continuación se describen los de mayor importancia.

### **Componente: Infraestructura y servicios**

El beneficio a este componente se presenta durante la operación y mantenimiento de las obras de infraestructura. Se considera de carácter permanente ya que, supone una duración indefinida durante la vida útil del proyecto, favoreciendo la interconexión de las poblaciones cercanas al trazo carretero, disminuyendo los tiempos de traslado, considerándose como benéfico muy moderado.

## **Componente: Población**

Se presenta en el factor ambiental empleo, durante la vida útil del proyecto, mediante las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. Siendo un impacto categorizado como benéfico muy moderado.

### **V.4 Impactos residuales**

Los impactos residuales son aquellos que pueden persistir en el medio ambiente después de que se hayan aplicado todas las medidas de mitigación. En este sentido, a continuación, se describen los impactos categorizados como residuales.

#### **Impactos residuales sobre la fauna**

Durante la operación y mantenimiento se afecta a las comunidades faunísticas del área de influencia, de dos maneras la primera por la fragmentación del hábitat que se produce por la operación de la carretera y la segunda por la muerte de individuos al entrar en contacto con el tráfico rodado al intentar cruces por la superficie pavimentada.

Por otra parte, la generación de ruido y vibraciones es una de las principales causas que inhiben los cruces de individuos (insectos, reptiles y mamíferos pequeños) sobre carreteras. Sin embargo, debido a la relativamente mínima superficie de las estructuras respecto al tamaño de las poblaciones y ecosistemas de la región, se considera que la operación de las obras no contraviene con el desarrollo de las poblaciones de fauna silvestre, siempre y cuando se apliquen las diferentes medidas de mitigación y compensación propuestas (ver Capítulo VI).

#### **Impactos residuales sobre el aire**

Se considera que las emisiones a la atmósfera producto del tránsito de los vehículos automotor, se producirán a lo largo de la vida útil del proyecto. Las concentraciones emitidas a la atmósfera, se encuentran ligadas a los vehículos que circulan por el trazo carretero, por lo que no se incrementan significativamente los niveles preexistentes en el proyecto.

Adicionalmente las formaciones topográficas y los tipos de vegetación donde se localiza el área de influencia y el sistema ambiental regional, favorecen la circulación del viento, por lo que no se compromete la estabilidad ecosistémica, respecto al factor calidad del aire.

## **V.5 Impactos acumulativos**

Para identificar impactos con estas características, se analizaron criterios descriptivos y de diagnóstico para el sistema ambiental regional, así como las tendencias y la naturaleza de los impactos. La operación y mantenimiento incluye impactos considerados como acumulativos muy moderados, los cuales se describen a continuación.

### **Impactos acumulativos sobre la fauna**

El efecto de barrera deriva en su mayor parte de la presencia de una superficie extraña, de la presencia de ruido y vibraciones que inhiben la presencia de individuos, mostrándose como una barrera impidiendo la distribución de las especies de fauna silvestre.

En este sentido, el impacto se categoriza como acumulativo, puesto que se incrementa el número de individuos afectados, sumándose a los generados en otros proyectos similares en el Sistema Ambiental Regional y a los propios de la autopista Mitla-Tehuantepec.

De igual manera se considera que, el incremento en la mortandad de individuos que se pudiera presentar dentro del área de las estructuras, no contraviene con el desarrollo de las poblaciones de fauna silvestre, por lo que no se provocará un desequilibrio ecológico dentro del SAR.

### **Impactos acumulativos sobre el aire**

Los resultados de la evaluación muestran que, durante la etapa de operación y mantenimiento, se reducen significativamente los impactos ocasionados al factor ambiental aire. En este sentido, la acumulación de las emisiones a la atmósfera en el área de las obras, está estrechamente relacionada al uso general de la autopista Mitla-Tehuantepec.



## V.6 Conclusiones

Teniendo en cuenta las condiciones del proyecto y otros impactos considerados, no se esperan impactos ambientales altamente significativos, toda vez que actualmente se implementan medidas sistémicas de mitigación y disminución de impactos sobre el ambiente, por lo que los impactos sobre la fauna silvestre y la atmósfera, serán mitigados parcialmente.

En este sentido, no se provocan desequilibrios ecológicos dentro del área de influencia y del Sistema Ambiental Regional. Además, los componentes ambientales no presentan alteraciones significativas que puedan alterar el equilibrio del medio ambiente local.

El área donde se ubican las obras motivo del presente estudio, no presenta componentes ambientales relevantes o significativos del sistema ambiental regional. Como se mencionó en capítulos anteriores, el área ya presentaba perturbación previa, es decir, existen antecedentes de impacto al sistema ambiental, originados principalmente por el trazo carretero de la autopista Mitla-Tehuantepec.

Es necesario recalcar que las estructuras se desarrollaron sobre el derecho de vía (DDV) previamente autorizado mediante Oficio Resolutivo No. S.G.P.A./DGIRA/DGI.0553.03, y solo una pequeña superficie se construyó fuera del trazo autorizado (4.892 ha).

Las especificaciones de las obras proporcionadas por el promovente, respetan el marco legal vigente, tanto en el ámbito ambiental establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como las especificaciones técnicas elaboradas por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), Por lo que no se contrapone a los planes y programas de desarrollo de la región.

Además, las acciones de prevención y mitigación ejecutadas sobre el trazo previamente autorizado, permite disminuir las alteraciones al sistema ambiental regional, por lo que la operación y mantenimiento de los Tramos I y III resulta favorable para el medio ambiente y para los residentes de las localidades

---

cercanas, aumentando la interacción e intercambio económico y social en el área sin comprometer los recursos naturales.

Con base en lo anterior, el proyecto demuestra consistencia y cumplimiento con las políticas federales, estatales y municipales respecto al desarrollo urbano, la prestación de servicios y la regulación ambiental.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD REGIONAL**  
**AUTOPISTA MITLA TEHUANTEPEC, ETAPA DE**  
**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y  
MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y  
RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.



## ÍNDICE GENERAL

### CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 3

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.	3
VI.1.1 Componente ambiental flora	5
VI.1.2 Componente ambiental fauna	5
VI.1.3 Componente ambiental aire	6
VI.1.4 Componente ambiental suelo	7
VI.1.5 Componente ambiental agua	9
VI.1.6 Componente ambiental medio inerte	9
VI.1.7 Componente ambiental red carretera	9
VI.2 Programa de vigilancia ambiental	11
VI.3 Seguimiento y control (monitoreo)	13
VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas	14

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI. 1 Plan general de supervisión ambiental .....	12
Tabla VI. 2 Indicadores de realización de cada una de las medidas propuestas. .	13

## **CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, define a las medidas de prevención y mitigación como “El conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, que tiene por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad”

A continuación, se desglosan las medidas de mitigación y/o compensación ambiental que se contemplaron para subsanar los impactos que son generados en la etapa de operación y mantenimiento de las obras adicionales al proyecto Mitla-Tehuantepec.

### **VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.**

La implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental son todas las acciones que coadyuvan a generar un impacto menor sobre los recursos naturales y servicios ambientales que brinda el ecosistema o bien, compensar el daño derivado de las actividades implícitas en el desarrollo de proyectos de infraestructura o las denominadas actividades antropogénicas. A continuación, en el desarrollo del documento se presenta una breve descripción de las medidas empleadas.

**MEDIDAS PREVENTIVAS (PR):** Corresponde al conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promoviente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente. La aplicación de estas medidas evitará la aparición del efecto modificando los elementos definitorios de la actividad. Esto puede incluir la modificación del material a utilizar o bien la modificación del sitio a impactar. Para el caso específico del presente proyecto quedan sin efecto las medidas de prevención dado que debieron y fueron ejecutadas en su momento.



**MEDIDAS DE MITIGACIÓN:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promoviente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que causará la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas. Pueden clasificarse de la siguiente manera:

**Medidas de Reducción (RD):** Son todas las medidas que se deberán de tomar en cuenta para que los daños que se ocasionen al ecosistema sean mínimos.

**Medidas de Rehabilitación (RH):** Se aplicarán una vez terminado el proyecto para contrarrestar los efectos negativos de las actividades de la obra, y contribuir a la conservación de los componentes ambientales.

**Medidas de Remediación (RM):** Conjunto de acciones necesarias para llevar a cabo la limpieza de cualquier descarga o sospecha de descarga de contaminantes.

**MEDIDAS DE COMPENSACIÓN (CM):** Se aplican a impactos irreversibles e inevitables, su función no evitará la aparición del efecto, ni lo anula, pero compensa de alguna manera la alteración al factor.

Las medidas descritas anteriormente, se practican con el fin de maximizar la compatibilidad del proyecto sobre los componentes ambientales. Es importante mencionar que las medidas preventivas son de gran relevancia ya que su correcta ejecución evita la ocurrencia de ciertos impactos. La ejecución de dichas medidas se puede ratificar a través del cumplimiento de informes donde se ejecuta el **Programa de Vigilancia Ambiental**, que contempla las medidas de mitigación planteadas.

En función de lo anterior, en los siguientes incisos se despliegan una serie de medidas numeradas y presentadas acorde al factor ambiental evaluado, respecto a la etapa de Operación y Mantenimiento de las obras adicionales al proyecto. Las medidas se presentan conforme a la clasificación antes mencionada.

### VI.1.1 Componente ambiental flora

<b>Medida de Rehabilitación (RH): Propiciar la revegetación natural</b>	
<b>Etapas de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Propiciar la revegetación natural en el talud del E.C. Jalapa del Marqués.
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Fragmentación de la estructura vegetal.

**Descripción:** con el objetivo de compensar los efectos producidos por las actividades relacionadas con la preparación del sitio y construcción de las diferentes obras, se permitirá la revegetación natural en el talud del entronque Jalapa del Marqués.

<b>Medida de Rehabilitación (RH): Obras de conservación de suelo</b>	
<b>Etapas de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Conservación de suelo
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Fragmentación de la estructura vegetal.

**Descripción:** Se permitirá la revegetación natural en el talud del E.C. Jalapa del Marqués, con el objetivo de conservar el suelo.

### VI.1.2 Componente ambiental fauna

Considerando la importancia de las especies de la región, se implementan acciones encaminadas al cuidado, conservación y protección de las especies de fauna silvestre presentes en las áreas adicionales al proyecto, en los apartados subsecuentes se describen las medidas implementadas.

<b>Medida de Reducción (RD): Mantenimiento a pasos de fauna existentes</b>	
<b>Etapas de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Mantenimiento de pasos de fauna cercanos a las obras adicionales
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Disminución de la movilidad y aumento de la mortalidad por atropellamiento.

**Descripción:** Se asegura el mantenimiento y limpieza de los pasos de fauna existentes en las cercanías de las obras adicionales al proyecto. Para reducir el riesgo de atropellamiento de la fauna silvestre y garantizar su movilidad.

<b>Medida de Reducción (RD): Señalamientos</b>	
<b>Etapas de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Mantenimiento de señalamientos existentes de cruce de fauna silvestre
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Disminución de la movilidad y aumento de la mortalidad por atropellamiento.

**Descripción:** Se dará mantenimiento a la señalización relativa al cruce de fauna, que se encuentra en las cercanías de las obras adicionales al proyecto, con el

objetivo de alertar a los usuarios y reducir el riesgo de atropellamiento de ejemplares de fauna silvestre.

<b>Medida Preventiva (PR): Platicas de educación ambiental y señalización (enfocadas a la fauna).</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Verificar la implementación de las medidas en esta etapa del proyecto.
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Disminución de la movilidad y aumento de la mortalidad por atropellamiento.

**Descripción:** Se imparten pláticas de concientización ambiental y el cuidado a la fauna silvestre, a todo el personal de mantenimiento de la autopista.

### VI.1.3 Componente ambiental aire

El componente ambiental atmósfera se ve afectado directamente en la etapa de operación y mantenimiento por el constante flujo vehicular y por la presencia de maquinaria en las actividades de mantenimiento.

<b>Medida de Reducción (RD): Mantenimiento preventivo</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Se realizan mantenimientos preventivos a equipos y maquinarias
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas en suspensión, polvos, humos y gases de combustión.

**Descripción:** Se realiza el mantenimiento periódico a equipos y maquinaria, utilizadas durante las actividades de mantenimiento a las estructuras adicionales. Las cuales cuentan con un programa anual de mantenimiento.

<b>Medida de Reducción (RD): Mantenimiento correctivo</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Se realizan mantenimientos correctivos a equipos y maquinarias
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Modificación de la calidad del aire por la emisión de partículas en suspensión, polvos, humos y gases de combustión.

**Descripción:** Se realiza la revisión periódica de los equipos y maquinaria, con el objetivo de identificar posibles averías, y de ser necesario, realizar el mantenimiento correspondiente.

<b>Medida de Reducción (RD): Mantenimiento preventivo y correctivo</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Se realizan mantenimientos preventivos y correctivos a equipos y maquinarias
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Aumento en los niveles de ruido atmosférico por el uso de maquinaria y equipo.

**Descripción:** Se realiza el mantenimiento preventivo y correctivo, con el objetivo de mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los equipos y maquinaria, para mantener los niveles de ruido dentro de los niveles permitidos.

<b>Medida de Reducción (RD): Mantenimiento de obras adicionales</b>	
<b>Etapas de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Actividades de mantenimiento de obras adicionales
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Aumento en los niveles de ruido atmosférico por el uso de maquinaria y equipo.

**Descripción:** Todas las actividades de mantenimiento a las obras adicionales al proyecto se programan en horario diurno, para reducir la afectación a la fauna cercana por los niveles de ruido que se puedan generar.

#### VI.1.4 Componente ambiental suelo

<b>Medida de Rehabilitación (RH): Estabilización de talud</b>	
<b>Etapas de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Revisar periódicamente la estabilidad del talud
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Alteración de la capa superficial del suelo.

**Descripción:** Se revisa periódicamente la estabilidad del talud del E.C. Jalapa del Marqués, a fin de evitar en el mediano y largo plazo, efectos de erosión.

<b>Medida de Rehabilitación (RH): Mantenimiento de pavimentos</b>	
<b>Etapas de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo en pavimentos
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Alteración de la capa superficial del suelo.

**Descripción:** Se realizan revisiones periódicas en las estructuras adicionales, con el objetivo de identificar las zonas que requieren mantenimiento preventivo o correctivo de pavimentos. Los materiales resultantes del mantenimiento, se dispondrán en sitios avalados por la autoridad competente y en apego a la normatividad aplicable y vigente.

<b>Medida de Reducción (RD): Evitar la compactación de áreas innecesarias</b>	
<b>Etapas de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Actividades de mantenimiento a las obras adicionales
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Alteración de la capa superficial del suelo.

**Descripción:** el tránsito de vehículos de carga y maquinaria pesada se limita únicamente a sitios destinados para tal fin, con lo anterior se prevé que no se compactarán áreas innecesarias.

<b>Medida de Reducción (RD): Evitar la contaminación del suelo</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Actividades de mantenimiento a las obras adicionales
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Alteración de la capa superficial del suelo.

**Descripción:** Durante las actividades de mantenimiento a las obras adicionales, se realiza el manejo adecuado de los residuos generados, los cuales son llevados a sitios de disposición final debidamente autorizados.

<b>Medida de Reducción (RD): Evitar la contaminación del suelo</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Se realizan mantenimientos preventivos y correctivos a equipos y maquinarias
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Alteración de la capa superficial del suelo.

**Descripción:** todos los mantenimientos preventivos o correctivos se realizan en un área destinada para tal fin. Cuando no es así, se utilizan métodos de contención en caso de derrames para evitar la contaminación del suelo.

<b>Medida de Reducción (RD): Manejo de Residuos Peligrosos</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Actividades de mantenimiento a las obras adicionales
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Alteración de la capa superficial del suelo.

**Descripción:** Los residuos peligrosos generados durante las actividades de mantenimiento, son acopiados en el Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP), donde son pesados, segregados y etiquetados, para su posterior disposición mediante una empresa autorizada.

<b>Medida de Reducción (RD): Manejo de Residuos Sólidos Urbanos</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Actividades de mantenimiento a las obras adicionales
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Alteración de la capa superficial del suelo.

**Descripción:** Los residuos sólidos urbanos generados durante las actividades de mantenimiento, son recolectados y segregados en contenedores de forma temporal, previo a su disposición en rellenos sanitarios autorizados y/o entregados al sistema de limpieza municipal.



### VI.1.5 Componente ambiental agua

<b>Medida de Reducción (RD): Evitar la contaminación del agua</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Se realizan mantenimientos preventivos y correctivos a equipos y maquinarias
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Presencia de elementos extraños que pudieran alterar la calidad y flujo natural del agua.

**Descripción:** todos los mantenimientos preventivos o correctivos se realizan en un área destinada para tal fin, alejada de cuerpos de agua. Cuando no es así, se utilizan métodos de contención en caso de derrames para evitar la contaminación del agua.

### VI.1.6 Componente ambiental medio inerte

<b>Medida de Reducción (RD): Reducir la pérdida de suelo</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Propiciar la revegetación en el talud del E.C. Jalapa del Marqués.
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Erosión del suelo

**Descripción:** Se permitirá la revegetación natural en el talud del E.C. Jalapa del Marqués, con el objetivo de conservar el suelo. Actualmente se realizan revisiones periódicas a fin de evitar en el mediano y largo plazo efectos de erosión.

<b>Medida Preventiva (PR): Establecer una supervisión ambiental permanente durante la operación y mantenimiento.</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Supervisar las actividades que se desarrollen en la etapa de operación y mantenimiento.
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Todos

**Descripción:** todos los días se llevan a cabo recorridos de vigilancia ambiental con la finalidad de verificar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento y prevenir desequilibrios ecológicos.

### VI.1.7 Componente ambiental red carretera

<b>Medida de Rehabilitación (RH): Reparación de señalamiento vertical, pintura de marcas de pavimento.</b>	
<b>Etapa de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Verificar que se lleve a cabo esta acción
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Mejoramiento de la red de carreteras

**Descripción:** se ejecutan actividades de reparación y mantenimiento de las diferentes señales de tránsito vehicular y peatonal, con el objetivo de que se encuentren en óptimas condiciones.

<b>Medida de Rehabilitación (RH): Llevar a cabo los procedimientos de mantenimiento carretero.</b>	
<b>Etapas de aplicación:</b>	Operación y mantenimiento
<b>Actividad de la obra:</b>	Durante la operación de la carretera
<b>Impacto al que se dirige la medida:</b>	Mejoramiento de la red de carreteras

**Descripción:** Se lleva a cabo un programa de mantenimiento carretero que abarca el levantamiento de rocas que llegan a desprenderse, limpieza de obras de drenaje, limpieza de superficies de rodadura y acotamiento. Así como limpieza de parapetos, banquetas, camellones, drenes y estribos y eliminar malezas invasoras de las orillas del camino.

## VI.2 Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental es un instrumento técnico que tiene como finalidad evaluar la magnitud real y la distribución de los impactos negativos previstos en la etapa de operación y mantenimiento, así como dar atención y aviso de aquellos impactos que adicionalmente se presenten, dándoles un control y seguimiento oportuno para subsanar sus efectos negativos.

Para dar cumplimiento a cada medida, es necesario establecer y promover una serie de controles que aseguren la correcta funcionalidad de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental. Mismos que deben ir acompañados de indicadores de eficacia, para así medir el grado de avances y mejoras del cumplimiento de cada medida.

Con base en lo anterior, se presenta el Programa de Vigilancia Ambiental, correspondiente al seguimiento ambiental de la fase de operación y mantenimiento de las obras adicionales al Tramo I y III.

### Objetivo general

Dar cumplimiento en tiempo y forma a las medidas de mitigación anteriormente descritas, enfocándose en las que atienden los impactos significativos y residuales correspondientes a los factores ambientales Aire y Fauna, así como a los demás impactos relacionados con el Suelo, Agua, Flora, etc.

### Objetivos específicos

- Verificar la correcta ejecución al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación para la protección del ambiente en las obras adicionales al Tramo I y Tramo III.
- Proponer acciones de control y seguimiento ambiental para prevenir incidentes.
- Detectar impactos no previstos en materia ambiental.

Tabla VI. 1 Plan general de supervisión ambiental

Impacto	Descripción de la medida	Duración	Recursos	Grado de cumplimiento
Emisiones a la atmósfera de GEI	Programa de mantenimiento a equipos y maquinaria	Vida útil del proyecto	Brigada de mantenimiento	Número de mantenimientos realizados acorde al Programa
Aumento del ruido	Programa de mantenimiento a equipos y maquinaria	Vida útil del proyecto	Brigada de mantenimiento	Número de mantenimientos realizados acorde al programa
	Realizar actividades de mantenimiento en horario diurno	Vida útil del proyecto	Programa de mantenimiento	Horario en que se realiza el mantenimiento
Alteración de la calidad del suelo	Gestión integral de los residuos durante las actividades de mantenimiento	Durante la operación	Bitácora de registro	Volumen de residuos generados y dispuestos
Alteración de la calidad del agua superficial	Realizar mantenimientos en áreas alejadas de cuerpos de agua	Vida útil del proyecto	Kits antiderrames	Volumen de residuos generados y dispuestos adecuadamente
Nivel de erosión del suelo	Propiciar la revegetación natural, con lo cual se mitiga la erosión del suelo dentro del E.C. Jalapa del Marqués	Durante la operación	Pala, pico, maquinaria	Porcentaje de cobertura vegetal
Fragmentación de la estructura vegetal	Propiciar la revegetación natural (de ser viable técnicamente).	Vida útil del proyecto	Pico, pala.	Cobertura vegetal en áreas de afectación temporal
Disminución de la movilidad y aumento de la mortalidad por atropellamiento.	Dar mantenimiento y limpieza a los pasos de fauna existentes en las cercanías de las obras adicionales	Vida útil del proyecto	Pasos de fauna	Número de pasos de fauna a los que se les realiza el mantenimiento y limpieza
	Mantenimiento a la señalética relativa al cruce de fauna silvestre	Vida útil del proyecto	Señalética	Número de letreros existentes en óptimas condiciones
	Impartición de pláticas en materia de fauna silvestre	Durante la operación	Supervisor, material didáctico	Número de pláticas impartidas
Mejoramiento de la red de carreteras	Reparación y mantenimiento de las señales de tránsito	Vida útil del proyecto	Herramientas, señalética	Número de señales reparadas
	Realizar el mantenimiento carretero y limpieza de obras.	Vida útil del proyecto	Vehículos, bolsas, botes	Óptimas condiciones de las obras adicionales

## VI.3 Seguimiento y control (monitoreo)

En este apartado se realiza una estrategia para el seguimiento y control de medidas de mitigación propuestas, cuyo fin es asegurar el cumplimiento de las medidas indicadas mediante un programa de monitoreo que nos asegure el buen funcionamiento de las obras adicionales del Tramo I y III de la autopista Mitla-Tehuantepec.

La información que es recabada por el supervisor ambiental, en este apartado es de gran importancia para llevar un control y demostrar el cumplimiento de las medidas, de tal forma que, a su vez por lo observado en sitio, se propongan nuevas medidas de mitigación o control en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas.

Aunado a esto, el programa de vigilancia ambiental puede ser ajustado a nuevas matrices de planeación.

Tabla VI. 2 Indicadores de realización de cada una de las medidas propuestas.

Medida a evaluar	Indicadores de realización
Control de generación de polvos y emisiones de GEI	-Número de maquinaria con mantenimiento preventivo.
Control de la emisión de ruido	-Número de máquinas y vehículos con mantenimiento preventivo. -Número de reportes de vehículos que rebasaron los límites de velocidad máximos permisibles. -Bitácoras que evidencien el horario de trabajo.
Evitar el almacenamiento de residuos cerca de los escurrimientos de agua.	-Número de reportes por almacenamiento de residuos a orilla de cuerpos o corrientes de agua.
Acciones de protección a la fauna silvestre	-Número de pláticas semanales para la protección de la fauna silvestre. -Número de mantenimientos a señalética colocada.
Manejo y disposición adecuada de los residuos	-Número de contenedores por tipo de residuo colocados en los diferentes frentes de trabajo durante actividades de mantenimiento. -Volumen de residuos peligrosos y de manejo especial generados. -Volumen de residuos peligrosos y de manejo especial dispuestos.
Revegetación natural	-Superficie total con vegetación natural.
Compensación económica	-Monto económico presentado ante la autoridad competente.



Con la vigilancia y control de la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación se garantiza resarcir los impactos que inciden sobre los componentes ambientales, por lo que la ejecución del presente Programa busca reintegrar las condiciones naturales dentro del área de aprovechamiento, generando así las condiciones para dar lugar a la generación de servicios ambientales de abastecimiento, regulación y soporte del sistema ambiental.

#### **VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas**

Es importante señalar que el proyecto autorizado mediante Oficio Resolutivo No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03, al que se adicionan las obras motivo de estudio, cuenta con la renovación de la fianza ambiental con No. de póliza 21189651, expedida por "INBURSA" seguros de caución y fianza S.A Grupo Financiero Inbursa, por la suma de \$23,073,952.72 (veintitrés millones setenta y tres mil novecientos cincuenta y dos pesos 72/100 M.N) que presenta Autovía Mitla-Tehuantepec, S.A de C.V. a favor de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, correspondiente para la atención de posibles contingencias que puedan generarse durante la fase de construcción, operación, mantenimiento y ampliación al tramo: Mitla-Tehuantepec.

La presente fianza entró en vigor a partir de su expedición y continuará vigente hasta el 30 de mayo del 2023.



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD REGIONAL**  
**AUTOPISTA MITLA TEHUANTEPEC, ETAPA DE**  
**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN  
SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	3
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.	3
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.	14
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.	15
VII.4 Pronóstico ambiental	17

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII. 1 Sistemas de Topoformas en el área del SAR.....	4
Tabla VII. 2 Cuencas hidrológicas en el área del SAR.....	7
Tabla VII. 3 Uso del Suelo y Vegetación en área del SAR.....	8
Tabla VII. 4 Coordenadas de la zona delimitada para la búsqueda de información de especies de fauna en GBIF para el SA, en UTM WGS84 Zona 14 y Zona 15.....	11
Tabla VII. 5 RTP en el área del SAR. ....	11
Tabla VII. 6 AICAS en el área del SAR. ....	12
Tabla VII. 7 Impactos generados en la etapa de operación y mantenimiento. ....	15
Tabla VII. 8 Medidas propuestas en la etapa de operación y mantenimiento. ....	16
Tabla VII. 9 Indicador del escenario actual. ....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII. 1 Sistemas de Topoformas en el área del SAR.....	5
Figura VII. 2 Tipos de erosión en el área del SAR. ....	6
Figura VII. 3 Cuencas hidrológicas en el área del SAR.....	7
Figura VII. 4 Principales ríos en el área del SAR.....	8
Figura VII. 5 Uso del Suelo y Vegetación en área del SAR.....	10
Figura VII. 6 RTP en el área del SAR. ....	12
Figura VII. 7 AICAS en el área del SAR. ....	13
Figura VII. 8 ANP en el área del SAR.....	14

## **CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

De acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT, 2016) la conservación de la infraestructura de transporte por carretera, comprende actividades y obras que modifican el territorio y el paisaje, causando impactos ambientales. La ubicación geográfica, el tipo, frecuencia e intensidad de la actividad, el área de afectación, el uso de suelo y la cubierta del mismo anterior a la construcción, son los factores determinantes del impacto ambiental generado. Por lo que se hace necesario la aplicación de instrumentos y criterios ambientales, conciliando el desarrollo económico, la convivencia armónica con la naturaleza y la diversidad cultural.

En el presente capítulo, se describe el área del Sistema Ambiental Regional (SAR) y de las estructuras adicionales, en un escenario sin proyecto, con proyecto y con la aplicación de medidas respectivas.

Es importante mencionar que la etapa de preparación y construcción del sitio ha sido concluida, y actualmente se encuentra en etapa de operación y mantenimiento. Así mismo, el área de las estructuras adicionales en cuestión, es similar a las evaluadas y aprobadas en el Oficio Resolutivo No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553 de fecha 15 de octubre de 2003, y en su momento, durante la etapa de construcción y preparación del sitio, se llevaron a cabo las mismas medidas descritas en el oficio en mención.

### **VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.**

En cuanto a la etapa de preparación y construcción del sitio, en el área de las estructuras adicionales al proyecto, esta ha finalizado, encontrándose actualmente en operación y mantenimiento, por lo que a continuación, se presenta una descripción de los factores bióticos y abióticos presentes en el escenario original del SAR previo a la implementación de las obras.

a) **Suelo (forma del terreno):** De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales fisiográficos, escala 1:1,000,000 de sistema de topofomas (INEGI, 2001), originalmente el área del SAR contenía los sistemas de topofomas presentados en la Tabla VII. 1 y Figura VII. 1, en las cuales se observa una mayor dominancia por la topofoma de Sierras en sus diversas variaciones, con un porcentaje de ocupación del 77.202 %.

Tabla VII. 1 Sistemas de Topofomas en el área del SAR.

Nombre	Descripción	Clave	Superficie (ha)	Superficie total (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
Cañón	Cañón típico	700-0/01	95,555.28	95,555.276	3.311
Cuerpo de agua	N/a	H2O	16,149.17	16,149.165	0.560
Llanura	Llanura aluvial con lomerío	502-0/02	43,929.84	156,149.879	5.411
	Llanura aluvial con lomerío de piso rocoso o cementado	502-2/02	30,011.33		
	Llanura costera	500-0/01	47,918.81		
	Llanura costera con lomerío	502-0/03	29,793.39		
	Llanura costera inundable con lagunas costeras	523-3/03	2,539.49		
	Llanura costera salina	500-4/01	1,957.02		
Lomerío	Lomerío con cañadas	220-0/01	23,358.58	223,843.086	7.756
	Lomerío con llanuras	205-0/01	112,722.22		
	Lomerío típico	200-0/01	87,762.28		
Meseta	Meseta de aluvión antiguo con lomerío	302-0/02	14,495.36	14,495.363	0.502
Playa o Barra	Playa o barra inundable y salina	P00-5/01	1,731.89	1,731.885	0.060
Sierra	Sierra alta compleja	100-0/01	1,253,364.74	2,228,003.810	77.202
	Sierra baja	100-0/05	18,582.77		
	Sierra baja compleja	100-0/04	285,557.24		
	Sierra baja compleja con cañadas	120-0/04	52,700.29		
	Sierra compleja	100-0/01	43,359.43		
	Sierra de cumbres tendidas	100-0/02	401,680.30		
	Sierra de laderas tendidas	100-0/03	172,759.04		
Valle	Valle de laderas escarpadas con lomerío	602-0/01	6,402.17	150,003.582	5.198
	Valle de laderas tendidas con lomerío	602-0/02	135,828.43		
	Valle intermontano	600-0/03	7,772.98		
<b>Total</b>			<b>2,885,932.05</b>	<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>



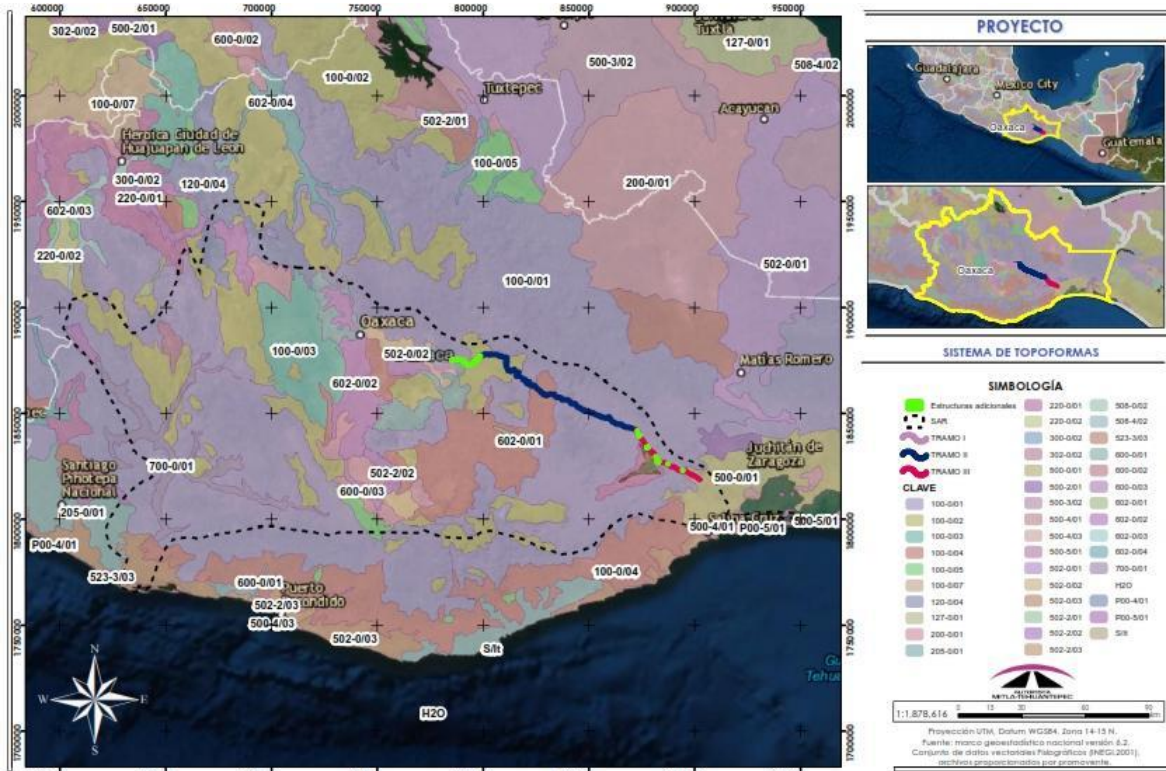


Figura VII. 1 Sistemas de Topoformas en el área del SAR.

**b) Suelo (erosión):** En los primeros años de la década pasada, se publicó la Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1: 1,000,000 (SEMARNAT y UACH, 2003), los cuales muestran una superficie de erosión hídrica de 1,789,248.014 ha en el área del SAR, lo que representa un 62.00 % de la superficie total (Figura VII. 2).

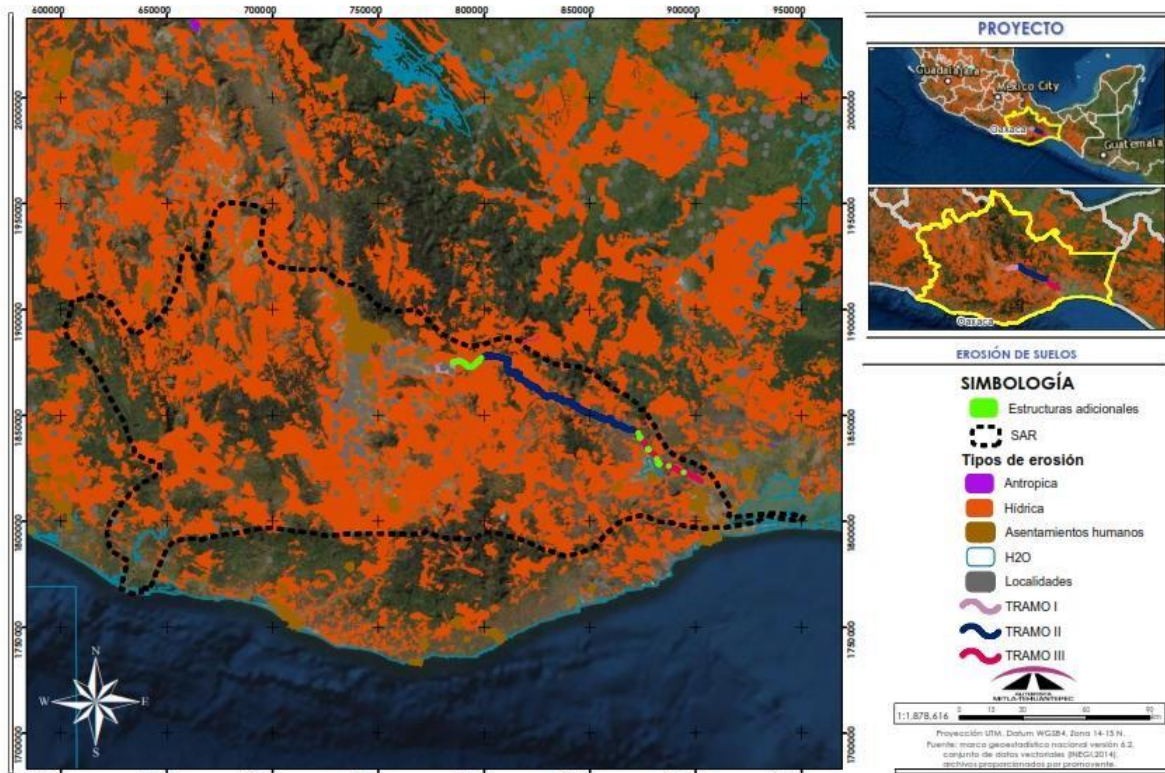


Figura VII. 2 Tipos de erosión en el área del SAR.

**c) Atmósfera:** De acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2014) en el estado de Oaxaca en el año 2013, se llevó a cabo la instalación de 3 estaciones de monitoreo atmosférico (dos fijas y una móvil), siendo estas, fuentes de información más cercanas a la etapa previa a construcción.

Las estaciones llevaron a cabo la medición de principales contaminantes tomando como criterio, concentraciones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), Ozono (O<sub>3</sub>), partículas menores a 10 micrómetros (PM10), bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y variables meteorológicas. El análisis del mes de abril a diciembre de 2013, dio como resultado que para ninguno de los casos se excedió el Límite Máximo Permissible por las Normas Oficiales Mexicanas vigentes al año 2013.

**d) Agua (cuencas hidrológicas):** De acuerdo con el catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 1998), escala 1:250,000, originalmente el área del SAR se encuentra inmerso en 10 cuencas hidrológicas,

siendo las principales Río Atoyac-B y Río Tehuantepec, con un porcentaje de ocupación del 59.007 % y 34.237 %, respectivamente (Tabla VII. 2 y Figura VII. 3).

Tabla VII. 2 Cuencas hidrológicas en el área del SAR.

ID Cuenca	Cuenca	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
82	Río Atoyac-B	1,702,910.169	59.007
87	Río Tehuantepec	988,057.716	34.237
120	Río Papaloapan	56,703.328	1.965
86	Laguna Superior e Inferior	49,483.081	1.715
70	Río Atoyac-A	29,444.558	1.020
0	S/N	21,977.526	0.762
85	Río Astata y otros	15,307.274	0.530
-	No aplica	9,536.556	0.330
84	Río Colotepec y otros	8,540.019	0.296
83	Río Copalita y otros	3,341.983	0.116
81	Río Omotepec o Grande	629.836	0.022
		<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>

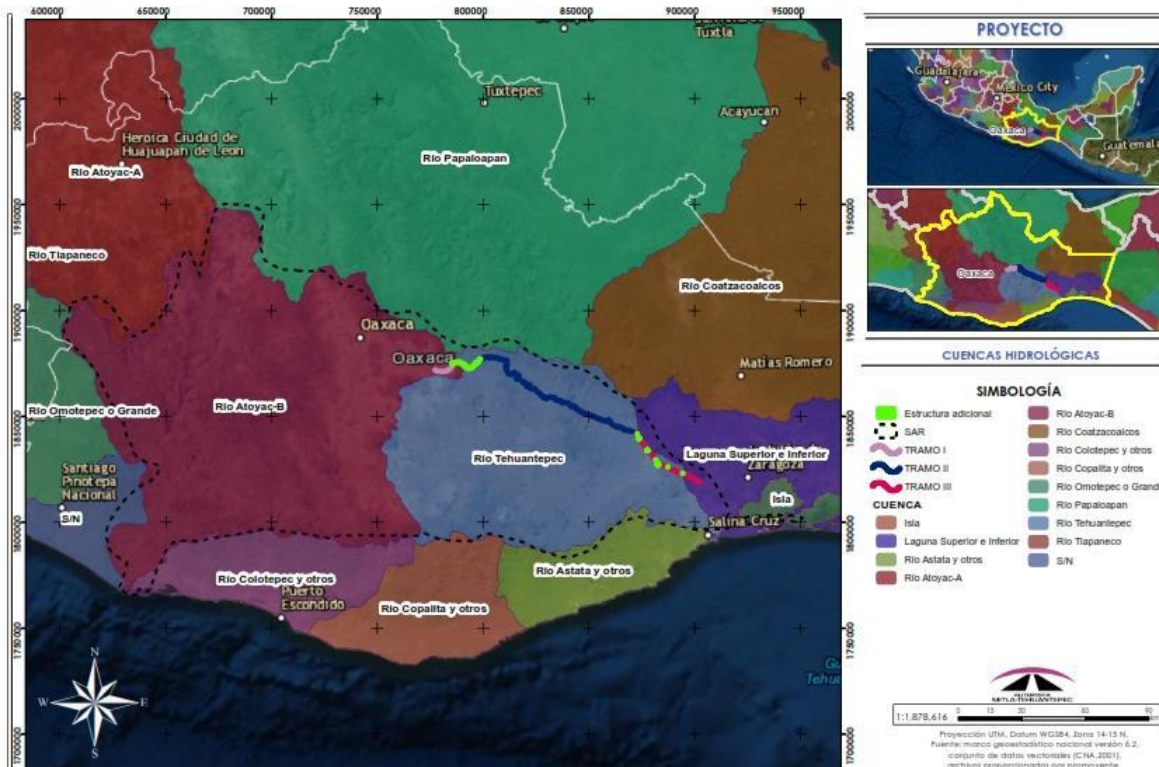


Figura VII. 3 Cuencas hidrológicas en el área del SAR.

**e) Agua (principales ríos):** De acuerdo con el catálogo de metadatos geográficos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad



(CONABIO,1988), escala 1:4,000,000, originalmente el área del SAR registra dos principales ríos, el río Verde y Tehuantepec, ambos con descarga en el Pacífico y Golfo de California.



Figura VII. 4 Principales ríos en el área del SAR.

**f) Usos de suelo y Vegetación:** De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, Serie II, escala 1:1,000,000 INEGI (2003), el SAR estaba conformado por 41 usos de suelo y vegetación, los cuales se presentan en la siguiente Tabla y Figura. Se puede observar que el Bosque de Pino Encino, selva baja caducifolia, así como áreas agrícolas, ocupan la mayor superficie (16.815, 13.798 y 12.237 %, respectivamente)

Tabla VII. 3 Uso del Suelo y Vegetación en área del SAR.

Clave	Entidad	Tipo	Vegetación secundaria	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
203	Bosque	Bosque De Pino-Encino	Ninguno	485,258.835	16.815
310	Selva	Selva Baja Caducifolia	Ninguno	398,214.233	13.798
E-104-405	Área Agrícola-Pastizal	Agricultura De Temporal, Pastizal Inducido	Ninguno	354,193.248	12.273
104	Área Agrícola	Agricultura De Temporal	Ninguno	319,351.155	11.066

Clave	Entidad	Tipo	Vegetación secundaria	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
-204	Bosque	Bosque de Encino	Vegetación secundaria aparente	219,919.029	7.620
202	Bosque	Bosque de Pino	Ninguno	176,391.516	6.112
204	Bosque	Bosque de Encino	Ninguno	146,636.448	5.081
-203	Bosque	Bosque de Pino-Encino	Vegetación secundaria aparente	121,610.755	4.214
101	Área Agrícola	Agricultura de Riego	Ninguno	76,314.622	2.644
405	Pastizal	Pastizal Inducido	Ninguno	74,430.656	2.579
E-405-104	Pastizal-Área Agrícola	Pastizal Inducido, Agricultura de Temporal	No aplicable	67,918.080	2.353
-202	Bosque	Bosque de Pino	Vegetación secundaria aparente	58,005.850	2.010
-310	Selva	Selva Baja Caducifolia	Vegetación secundaria aparente	51,028.848	1.768
104-(305)	Área Agrícola-Selva	Agricultura de Temporal, Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia	Vegetación secundaria aparente	37,706.142	1.307
-207	Bosque	Bosque Mesófilo de Montaña	Vegetación secundaria aparente	32,498.786	1.126
205	Bosque	Bosque de Encino-Pino	Ninguno	28,136.125	0.975
(310)-405	Selva-Pastizal	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia, Pastizal Inducido	Vegetación secundaria aparente	26,835.053	0.930
605	Otros Tipos De Vegetación	Palmar	Ninguno	25,046.380	0.868
209	Bosque	Bosque de Galería	Ninguno	22,266.007	0.772
104-406	Área Agrícola-Pastizal	Agricultura De Temporal, Pastizal Cultivado	Ninguno	20,662.691	0.716
(310)-104	Selva-Área Agrícola	Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia, Agricultura de Temporal	Vegetación secundaria aparente	20,354.895	0.705
-305	Selva	Selva Mediana Subcaducifolia	Vegetación secundaria aparente	19,187.939	0.665
406	Pastizal	Pastizal Cultivado	Ninguno	12,043.913	0.417
E-601	Otros Tipos De Vegetación	Chaparral	Ninguno	10,735.551	0.372
H2Om	Cuerpo De Agua	Cuerpo de Agua Perenne Marítimo	No aplicable	9,227.962	0.320
-205	Bosque	Bosque de Encino-Pino	Vegetación secundaria aparente	9,018.706	0.313
ZU	Área Urbana	Área Urbana	No aplicable	8,655.240	0.300
207	Bosque	Bosque Mesófilo de Montaña	Ninguno	7,687.740	0.266
304	Selva	Selva Mediana Subperennifolia	Ninguno	7,390.613	0.256
309	Selva	Selva Baja Subcaducifolia	Ninguno	5,989.521	0.208
305	Selva	Selva Mediana Subcaducifolia	Ninguno	5,321.967	0.184



Clave	Entidad	Tipo	Vegetación secundaria	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
-304	Selva	Selva Mediana Subperennifolia	Vegetación secundaria aparente	5,040.954	0.175
306	Selva	Selva Mediana Caducifolia	Ninguno	4,741.580	0.164
E-(601)	Otros Tipos De Vegetación	Chaparral	Vegetación secundaria aparente	3,850.724	0.133
H2Oi	Cuerpo De Agua	Cuerpo de Agua Perenne Interior	No aplicable	3,798.424	0.132
606-406	Otros Tipos De Vegetación-Pastizal	Sabana, Pastizal Cultivado	Ninguno	2,986.141	0.103
606	Otros Tipos De Vegetación	Sabana	Ninguno	2,924.950	0.101
-311	Selva	Selva Baja Espinosa	Vegetación secundaria aparente	2,051.039	0.071
602	Otros Tipos De Vegetación	Manglar	Ninguno	852.223	0.030
103	Área Agrícola	Agricultura de Humedad	Ninguno	845.347	0.029
609	Otros Tipos De Vegetación	Vegetación de Dunas Costeras	Ninguno	802.158	0.028
<b>Total</b>				<b>2,885,932.046</b>	<b>100.000</b>

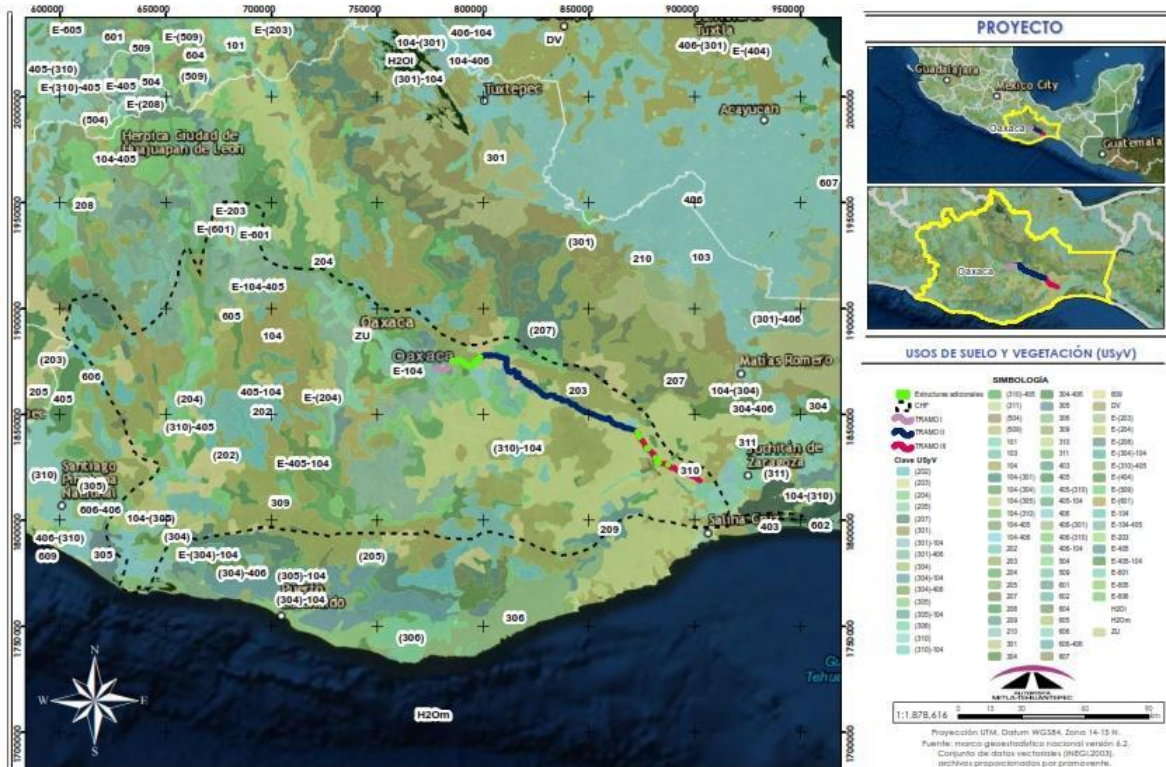


Figura VII. 5 Uso del Suelo y Vegetación en área del SAR.

**g) Fauna:** Con el objetivo de obtener un registro de las poblaciones de fauna silvestre que se hayan registrado en el área del SAR se consultó la plataforma Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2020), en la que se llevó a cabo la delimitación del cuadrante presentado en la siguiente Tabla. Obteniendo como resultado un registro de 122,403 especies de fauna, de las cuales 3,054 especies corresponden a la Clase Amphibia, 110,844 especies de la Clase Aves, 5,637 de la Clase Mammalia y 2,868 de la Clase Reptilia. (La base de datos se muestra en el **Anexo IV.3**).

Tabla VII. 4 Coordenadas de la zona delimitada para la búsqueda de información de especies de fauna en GBIF para el SA, en UTM WGS84 Zona 14 y Zona 15.

ID	Coordenada X	Coordenada Y
1	616524	1896556
2	606764	1788471
3	262738	1798965
4	218582	1903373

**h) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP):** De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO,2001), en la carta Regiones Terrestres Prioritarias, escala 1:1,000,000, originalmente el área del SAR registra seis RTP, con una superficie total de 107,461.268 ha. En la siguiente Tabla se muestran las superficies de cada RTP, asimismo en la siguiente Figura se muestra el mapa correspondiente, en el cual se muestra que solo las estructuras adicionales al proyecto del Tramo III, se ubican en la RTP sierras del Norte Oaxaca-Mixe.

Tabla VII. 5 RTP en el área del SAR.

ID	Clave	Nombre	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
1	130	Sierras del norte de Oaxaca-Mixe	422,124.413	14.627
2	129	Sierra sur y costa de Oaxaca	270,668.367	9.379
3	127	El Tlacuache	204,042.050	7.070
4	125	Cerros Negro-Yucaño	82,912.562	2.873
5	126	Sierras Triqui-Mixteca	54,585.916	1.891
6	128	Bajo río Verde-Chacahua	40,283.960	1.396
<b>Total</b>			<b>1,074,617.268</b>	<b>37.236</b>

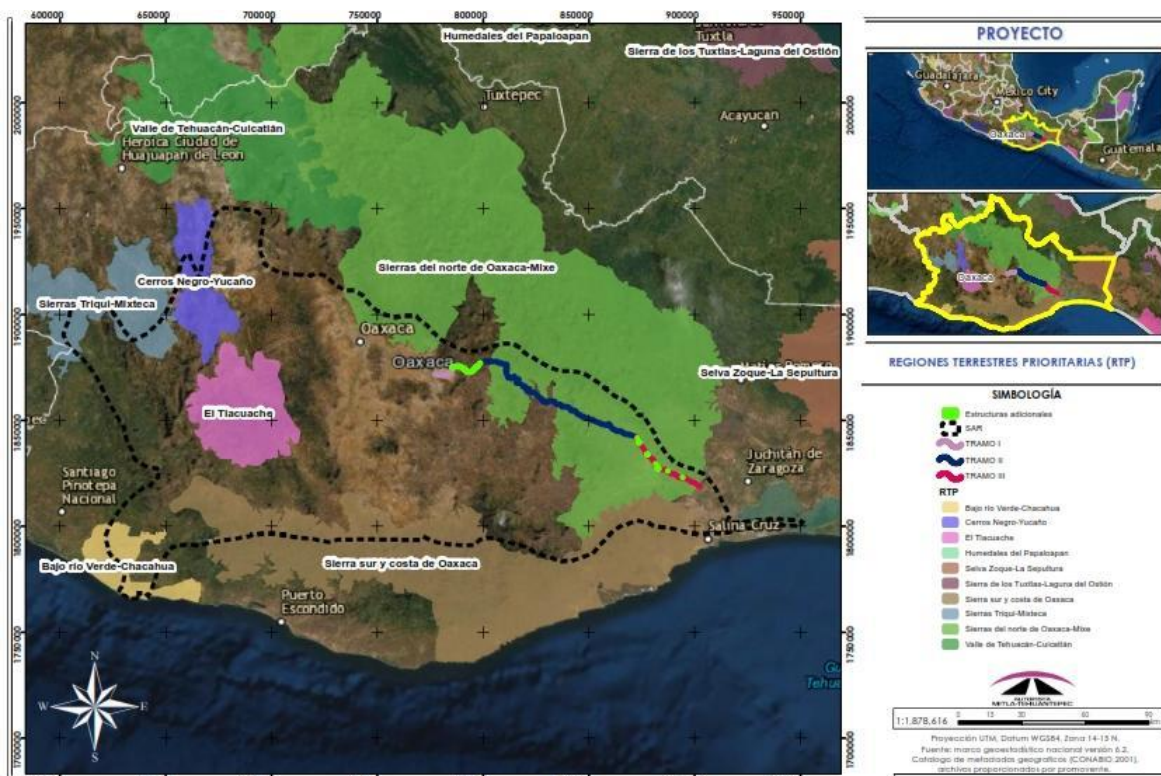


Figura VII. 6 RTP en el área del SAR.

i) **Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS):** Con base en la cartografía de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) de la Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2001) escala 1:250,000, originalmente en el área del SAR se localizan seis áreas destinadas a la conservación de las aves, como se muestra en la siguiente Tabla y Figura. Además, se observa que únicamente las estructuras adicionales al proyecto del Tramo I se encuentran en el AICA Sierra Norte.

Tabla VII. 6 AICAS en el área del SAR.

ID	Clave	Nombre	Superficie (ha)	Porcentaje de ocupación (%)
1	11	Sierra Norte	262,519.062	9.097
2	246	Istmo de Tehuantepec-Mar Muerto	53,492.946	1.854
3	12	Sierra de Miahuatlán	30,390.160	1.053
4	28	Tlaxiaco	22,437.679	0.777
5	57	Cerro Piedra Larga	8,787.975	0.305
6	222	Laguna de Chacahua-Pastoría	2,316.446	0.080
<b>Total</b>			<b>379,944.268</b>	<b>13.165</b>



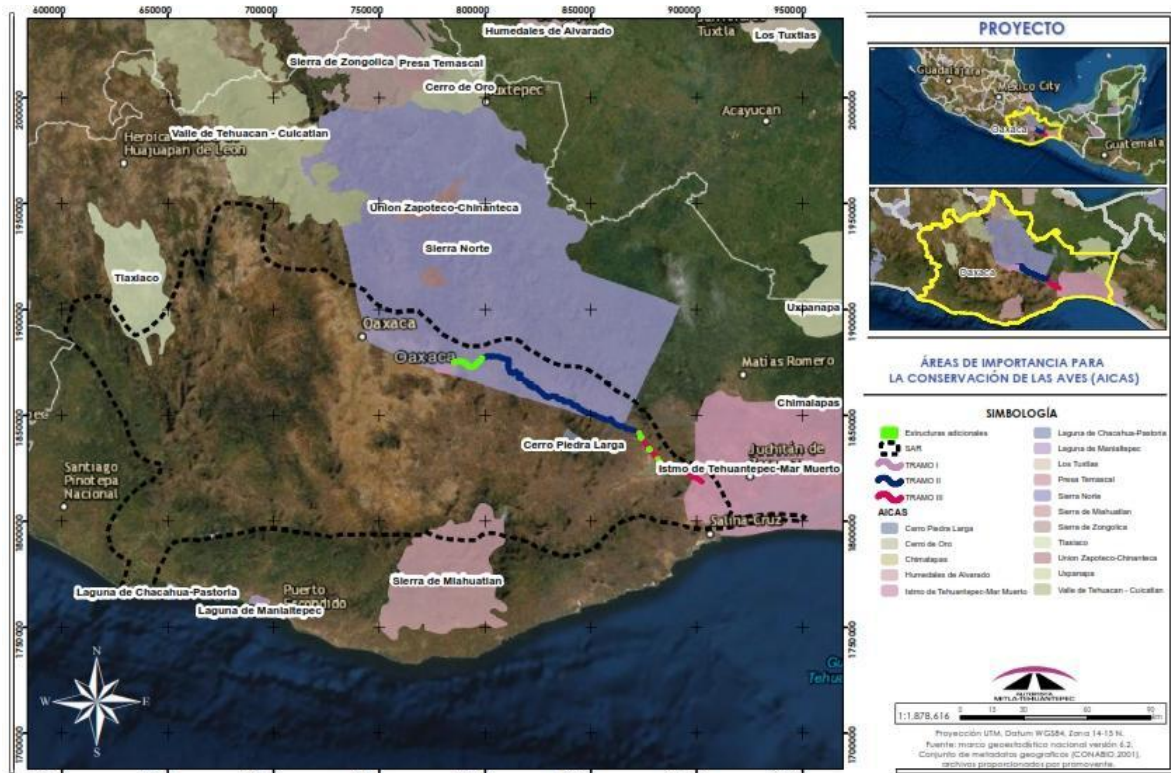


Figura VII. 7 AICAS en el área del SAR.

j) **Áreas Naturales Protegidas (ANP):** En base a la cartografía de las Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales, Comunitarias y Privadas de México de la CONABIO (2001), originalmente en el área del SAR se ubicaban ANP Federales y Estatales. Respecto a las de carácter Federal, son: Yagul, Benito Juárez y Lagunas de Chacahua; por otro lado, las ANP de carácter Estatal corresponden a Hierve el Agua, la Zona de Reserva Ecológica El Fortín, Cruz Blanca y Cerro del Crestón. En la siguiente Figura se puede observar la distribución de las mismas, en las cuales se observa que ninguna estructura adicional al proyecto se encuentra dentro de alguna ANP.

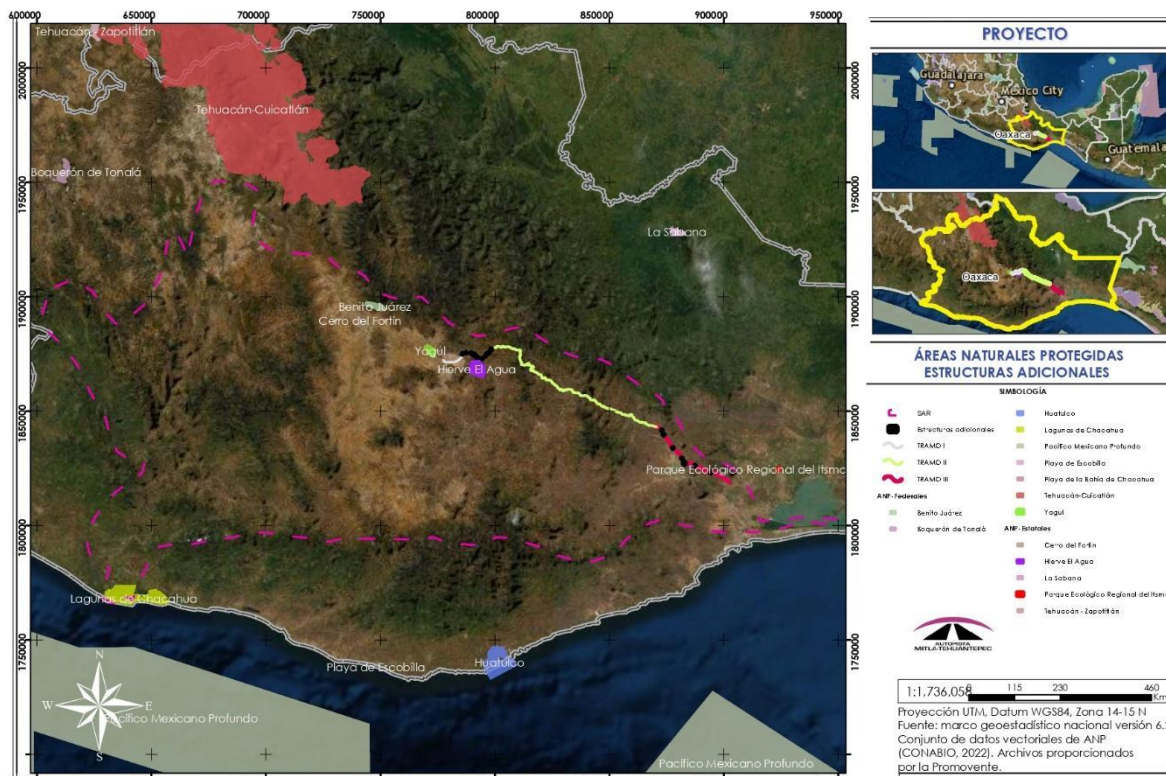


Figura VII. 8 ANP en el área del SAR.

## VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Como se mencionó anteriormente, las modificaciones o impactos generados durante la etapa de preparación y construcción del sitio, son similares a los presentados en la manifestación modalidad regional autorizada mediante Oficio Resolutivo S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553 de fecha 15 de octubre de 2003, por lo que, en el presente apartado, únicamente se refiere al escenario con proyecto en su etapa de operación y mantenimiento.

Los componentes y factores sobre los cuales se llevan a cabo impactos ambientales, corresponden a los factores abióticos, donde existe modificación de la calidad del agua, aire y suelo. Así mismo se presentan afectaciones en el medio biótico, como lo es la fragmentación de las comunidades de flora y atropellamiento de la fauna. En el medio socioeconómico se pueden presentar accidentes vehiculares al momento de transitar por la autopista. En la Tabla VII. 7 se describen los impactos generados por cada factor sin considerar las medidas de



mitigación. Asimismo, en el capítulo V se hace una identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales.

Tabla VII. 7 Impactos generados en la etapa de operación y mantenimiento.

Subsistema	Factor	Impactos generados
Medio abiótico	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se vieron afectadas de forma mínima las topoformas del terreno por las estructuras adicionales al proyecto.</li> <li>Al contar con presencia humana se generan en su mayoría Residuos Sólidos Urbanos (RSU).</li> </ul>
	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se generan emisiones a la atmósfera por la emisión de partículas en suspensión, polvos, humos y gases efecto invernadero por combustión de vehículos que transitan en la autopista.</li> <li>Se genera contaminación acústica de forma mínima por el tránsito de vehículos.</li> </ul>
	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración en el curso de los escurrimientos superficiales.</li> <li>Presencia de elementos extraños que pudieran alterar la calidad y flujo natural del agua.</li> <li>Alteración en los procesos de infiltración.</li> </ul>
	Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación del paisaje por la presencia de elementos ajenos al natural.</li> <li>Obstrucción de la visibilidad del fondo escénico por la dispersión de polvos o humos.</li> </ul>
Medio biótico	Flora	Fragmentación a la estructura y composición de las comunidades vegetales.
	Fauna	Disminución y deterioro de los hábitats utilizados por la fauna para su reproducción, alimentación y anidación, ocasionando un desplazamiento y muerte directa por atropellamiento.

### VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.

Debido a la existencia de impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento, se hace necesario la implementación de medidas correspondientes, las cuales tienen como propósito mitigar o disminuir los efectos provocados. Por ejemplo, en el medio biótico se contempló la construcción de cunetas y obras de drenaje que permitan el flujo e infiltración del agua; en el caso del medio biótico, para evitar atropellamientos de fauna por el tránsito de vehículos, se colocaron letreros de límites de velocidad y alusivos al cuidado de la biodiversidad. Concluyendo así que, una vez aplicadas las medidas correspondientes a cada factor, se espera un óptimo funcionamiento, tanto de los ejes sociales, económicos y ambientales. En la siguiente Tabla, se hace una descripción a detalle de las medidas propuestas por cada impacto generado, de

igual forma, en el capítulo V se especifican los impactos y medidas correspondientes.

Tabla VII. 8 Medidas propuestas en la etapa de operación y mantenimiento.

Subsistema	Factor	Impactos generados	Medidas propuestas
Medio abiótico	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ven afectadas las topografías del terreno al estar en operación las estructuras adicionales al proyecto.</li> <li>Al contar con presencia humana se generan en su mayoría Residuos Sólidos Urbanos (RSU).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los sistemas de topografías se afectan de forma mínima debido a la superficie que ocupan las estructuras y a las medidas tomadas para su construcción y operación.</li> <li>Se cuentan con contenedores de RSU para la deposición de los mismos, los cuales son registrados y vaciados por empresas contratistas.</li> </ul>
	Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se generan emisiones a la atmósfera por la emisión de partículas en suspensión, polvos, humos y gases de combustión de vehículos que transitan en la Autopista.</li> <li>Se genera contaminación acústica de forma mínima por el tránsito de vehículos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las afectaciones son catalogadas de carácter temporal, debido a que suponen una alteración que desaparece después de un tiempo y puede ser asimilado por los procesos naturales en un corto plazo.</li> </ul>
	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración en el curso de los escurrimientos superficiales</li> <li>Presencia de elementos extraños que pudieran alterar la calidad y flujo natural del agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Con la construcción de obras de drenaje, el agua de lluvia es encauzada a superficies adyacentes para evitar la alteración en la infiltración.</li> <li>En caso de presentarse algún incidente que pudiera alterar la calidad de las corrientes de agua, se cuenta con personal capacitado y el equipo adecuado para atenderlo.</li> </ul>
	Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación del paisaje por la presencia de elementos ajenos al natural.</li> <li>Obstrucción de la visibilidad del fondo escénico por la dispersión de polvos o humos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Este impacto se considera de carácter permanente, ya que supone una duración indefinida durante la vida útil del proyecto, sin embargo, la superficie es mínima y genera diversos beneficios.</li> </ul>
Medio biótico	Flora	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fragmentación a la estructura y composición de las comunidades vegetales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dada la superficie de remoción de vegetación, no se compromete la biodiversidad de la misma.</li> </ul>
	Fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución y deterioro de los hábitats utilizados por la fauna para su reproducción, alimentación y anidación, ocasionando un desplazamiento y muerte directa por atropellamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para disminuir los incidentes de atropellamientos, se dará mantenimiento a las obras de pasos de fauna y a los señalamientos.</li> </ul>

## VII.4 Pronóstico ambiental

Debido al crecimiento de la economía, las tendencias demográficas y la necesidad de contar con servicios de transporte cada vez más eficientes y confiables en todo el territorio, la puesta en marcha de las diferentes estructuras adicionales al proyecto, permiten dotar al estado de un sistema eficaz, seguro y respetuoso del medio ambiente. De esta manera se genera un desarrollo sustentable, el cual permite desarrollar y multiplicar las oportunidades de desarrollo de las personas (SCT, 2006).

Con el fin de obtener un indicador del escenario actual de las estructuras adicionales al proyecto y área del SAR, se presenta la siguiente Tabla con los criterios de evaluación de CONABIO (1998), el cual ya fue evaluado y descrito con más detalle en el capítulo IV, el cual arrojó un valor de 30 puntos, refiriéndose a una calidad media para el área del SAR.

Tabla VII. 9 Indicador del escenario actual.

Indicador		Valores	
A) Valor Ambiental	Integridad ecológica	2	Media
	Hábitats	3	Alto
	Endemismo	3	Alta
	Especies amenazadas	3	Alta
	Especies indicadoras de conservación	2	Media
	Biodiversidad	2	Media
B) Valor Socioeconómico	Especies de importancia comercial	2	Medio
	Importancia económica por sector	2	Medio
	Recursos estratégicos	0	No se conoce
	Recursos culturales	3	Alta
C) Riesgos y amenazas	Modificación del entorno	2	Media
	Contaminación	2	Media
	Especies introducidas	2	Media
	Prácticas de manejo inadecuado	2	Media
	<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>Calidad media</b>



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**MODALIDAD REGIONAL**  
**AUTOPISTA MITLA TEHUANTEPEC, ETAPA DE**  
**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS  
INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS  
TÉCNICOS QUE SUSTENTEN LA INFORMACIÓN  
PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL.



---

## INDICE GENERAL

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTEN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.	3
VIII.1. Presentación de la información.	3
VIII.1.1 Cartografía	3
VIII.2 Anexos digitales	4
VIII.3 Bibliografía	4



## CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTEN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

### VIII.1. Presentación de la información.

#### VIII.1.1 Cartografía

AICA'S Escenario original  
Clima  
Corrientes superficiales  
Cuencas hidrológicas  
Cuencas hidrológicas-Escenario original  
Degradación del suelo  
Disponibilidad de acuíferos  
Distritos económicos  
Ecosistemas frágiles (humedales)  
Edafología  
Erosión con datos vectoriales  
Fallas geológicas  
Geología  
Modelo de elevaciones-SAR  
Peligro por huracanes  
Provincias fisiográficas  
Regiones económicas  
RTP-Escenario original  
Subprovincias fisiográficas  
Unidad de Paisaje 1 – Elementos Abióticos  
Unidad de Paisaje 1 – Elementos Antrópicos  
Unidad de Paisaje 1 – Elementos Bióticos  
Unidad de Paisaje 2 – Elementos Abióticos  
Unidad de Paisaje 2 – Elementos Antrópicos  
Unidad de Paisaje 2 – Elementos Bióticos  
Unidad de Paisaje 3 – Elementos Abióticos  
Unidad de Paisaje 3 – Elementos Antrópicos  
Unidad de Paisaje 3 – Elementos Bióticos  
Unidad de Paisaje 4 – Elementos Abióticos  
Unidad de Paisaje 4 – Elementos Antrópicos  
Unidad de Paisaje 4 – Elementos Bióticos  
Unidad de Paisaje 5 – Elementos Abióticos  
Unidad de Paisaje 5 – Elementos Antrópicos  
Unidad de Paisaje 5 – Elementos Bióticos  
Unidades de paisaje-SAR  
Uso de suelo y vegetación

USyV-Escenario original  
Vegetación amenazada  
Zonas en peligro de inundaciones

## VIII.2 Anexos digitales

- I.1 Oficio No. 6.19.414.PPS.-020/2020
- I.2 Oficio No. S.G.P.A./DGIRA.DEI.0553.03
- II.1 Coordenadas UTM de las estructuras
- II.2 Estructuras adicionales tramo I y III
- II.3 Planos de planta por km
- II.4 Planos de los proyectos ejecutivos adicionales
- II.5 Mapas de ubicación geopolítica
- II.6 Oficio No. 6.19.414.PPS. -020/2020
- II.7 Oficios
- IV.1 Erosión eólica SAR
- IV.2 Erosión hídrica SAR
- IV.3 Listado de especies de fauna (GBI)

## VIII.3 Bibliografía

- Ballesteros, H. B., & Aristizabal, G. L. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. Subdirección de Meteorología (Bogotá, Colombia). 96p.
- Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS). 2021. Proyectos México. Obtenido de [https://www.proyectosmexico.gob.mx/proyecto\\_inversion/083-tramo-carretero-libre-de-peaje-mitla-entronque-tehuantepec/](https://www.proyectosmexico.gob.mx/proyecto_inversion/083-tramo-carretero-libre-de-peaje-mitla-entronque-tehuantepec/)
- CENAPRED. (2019). Inundaciones. Obtenido de [https://www1.cenapred.unam.mx/DIR\\_SERVICIOS\\_TECNICOS/SANI/Entidades%20Federativas/Recursos/Inundaciones/190502\\_RI\\_Folleto%20de%20inundacioni%20mod.pdf](https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_SERVICIOS_TECNICOS/SANI/Entidades%20Federativas/Recursos/Inundaciones/190502_RI_Folleto%20de%20inundacioni%20mod.pdf)
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2019. Conjunto de datos vectoriales de deslizamientos de laderas, escala 1:250,000.
- CNANP. (201). PROGRAMAS DE MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE MÉXICO. Obtenido de <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/programas-de-manejo?state=published>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. Conjunto de metadatos geográficos de degradación del suelo, escala 1:250,000.

- CONABIO. (2001). Clima. Obtenido de [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/clima1mgw.xml?\\_htpccache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/clima1mgw.xml?_htpccache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no)
- CONABIO. (2012). Degradación del suelo en la República Mexicana. Obtenido de <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/degra250kgw.html>
- CONAGUA. (2021). Información climatológica nacional. Obtenido de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>
- Conesa, V. (2009). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-prensa. 3º edición.
- Conesa, V. (2009). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-prensa. 3º edición.
- CPEUM. (2021). CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- DOF. (2020). Acuerdo acuifero. Obtenido de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5584607&fecha=23/01/2020#:~:text=El%20terreno%20superficial%20donde%20se,la%20Regi%C3%B3n%20Hidrol%C3%B3gica%2022%20Tehuantepec.](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5584607&fecha=23/01/2020#:~:text=El%20terreno%20superficial%20donde%20se,la%20Regi%C3%B3n%20Hidrol%C3%B3gica%2022%20Tehuantepec.)
- FAO. (1999). Ecología. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ah648s/AH648S07.htm#:~:text=En%20las%20posibilidades%20de%20vida,se%20los%20llama%20factores%20abi%C3%B3ticos.>
- INECC. (2007). Caracterización ambiental de México y su correlación con la clasificación y la nomenclatura de las comunidades vegetales. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/421/cap2.html>
- INEGI. (2001). Fisiografía. Obtenido de <http://www.inegi.gob.mx>
- INEGI. (2001). Fisiografía. Obtenido de <http://www.inegi.gob.mx>
- INEGI. (2004). Guía para la interpretación de la cartografía. Obtenido de [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825231736/702825231736\\_1.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825231736/702825231736_1.pdf)
- INEGI. (2014). Guía para la interpretación de la cartografía. Obtenido de [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825076221.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825076221.pdf)
- INEGI. (2020). Información por entidad. Obtenido de <https://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/poblacion/educacion.aspx?tema=me&e=20>



Muñoz-Pedrerros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista chilena de historia natural*, 77(1), 139-156.

Muñoz-Pedrerros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista chilena de historia natural*, 77(1), 139-156.

PED. (2016-2022). PLAN ESTATAL DE DESARROLLO. Obtenido de [https://www.finanzasooaxaca.gob.mx/pdf/planes/Plan\\_Estatal\\_de\\_Developmento\\_2016-2022.pdf](https://www.finanzasooaxaca.gob.mx/pdf/planes/Plan_Estatal_de_Developmento_2016-2022.pdf)

SCT. (2006). Infraestructura. Obtenido de [https://www.sct.gob.mx/fileadmin/\\_migrated/content\\_uploads/CAP-04.pdf](https://www.sct.gob.mx/fileadmin/_migrated/content_uploads/CAP-04.pdf)

SCT. (2015). SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN ZONAS DE OBRAS VIALES. (NOM-086-SCT2-2015). Obtenido de <https://normas.imt.mx/NOMs/NOM-086-SCT2-2015.pdf>

SCT. (2016). MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. Obtenido de <https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manuales-2016/manual-atencion-ambiental-carreteras.pdf>

SCT. (2020). BARRERA DE PROTECCIÓN EN CARRETERAS Y VÍAS URBANAS (NOM-037-SCT2-2020) Obtenido de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5611713&fecha=18/02/2021#:~:text=La%20presente%20Norma%20Oficial%20Mexicana,as%C3%AD%20como%20establecer%20la%20designaci%C3%B3n%20](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5611713&fecha=18/02/2021#:~:text=La%20presente%20Norma%20Oficial%20Mexicana,as%C3%AD%20como%20establecer%20la%20designaci%C3%B3n%20)

SEDATU. (2016). Atlas de Riesgos Naturales (Inundaciones). Obtenido de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/atlas-de-riesgos-naturales-inundaciones>

SEMARNAT (2021). Calculadora de emisiones para el Registro Nacional de Emisiones. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Registro Nacional de Emisiones.

SEMARNAT. (1996). LOS NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD DEL HUMO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN DIESEL O MEZCLAS QUE INCLUYAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE. (NOM-045-SEMARNAT-1996.) Obtenido de <http://siga.jalisco.gob.mx/Assets/documentos/normatividad/nom045semarnat1996.htm#:~:text=NORMA%20OFICIAL%20MEXICANA%20NOM%2D045%2DSEMARNAT%2D1996%2C%20QUE,QUE%20INCLUYAN%20DIESEL%20COMO%20COMBUSTIBLE.&text=Al%20margen%20un%20sello%20con,que%20dice%3A%20Estados%20Unidos%20Mexicanos.>



SEMARNAT. (2002). Suelos. Obtenido de [https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas\\_2000/informe\\_2000/03\\_Suelos/3.2\\_Degradacion/index.htm#:~:text=La%20degradaci%C3%B3n%20de%20los%20suelos, para%20preservar%20la%20salud%20humana.](https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/03_Suelos/3.2_Degradacion/index.htm#:~:text=La%20degradaci%C3%B3n%20de%20los%20suelos, para%20preservar%20la%20salud%20humana.)

SEMARNAT. (2014). Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) de la Zona Metropolitana de Oaxaca. Obtenido de [https://www.oaxaca.gob.mx/semaedeso/wp-content/uploads/sites/59/2020/01/PROAIRE\\_ZMCO2014.pdf](https://www.oaxaca.gob.mx/semaedeso/wp-content/uploads/sites/59/2020/01/PROAIRE_ZMCO2014.pdf)

SEMARNAT. (2015). Climas. Obtenido de [http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atm\\_climas.html](http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atm_climas.html)

SEMARNAT. (2015). LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GASOLINA COMO COMBUSTIBLE. (NOM-041-SEMARNAT-2015) Obtenido de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5396063&fecha=10/06/2015](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5396063&fecha=10/06/2015)

SEMARNAT. (2016). PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POETG). Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg>

SEMARNAT. (2020). Regiones Hidrológicas. Obtenido de [http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/agua\\_RH.html](http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/agua_RH.html)

SEMARNAT. (2021). LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS EN MÉXICO. Obtenido de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap3.html>

SGM. (2020). Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf>

SGM. (2021). Rocas. Obtenido de <https://www.gob.mx/sgm>

WWF. (2021). Biodiversidad de Oaxaca. Obtenido de [https://www.wwf.org.mx/que\\_hacemos/programas/oaxaca/](https://www.wwf.org.mx/que_hacemos/programas/oaxaca/)