MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (MIA-R) PARA LA APERTURA DEL CAMINO: E.C. (SAN PEDRO CHAYUCO – SAN MIGUEL CUEVAS) – UNIÓN DE LOS ÁNGELES, DEL KM 20+000 AL KM 27+000, EN EL ESTADO DE OAXACA



Mayo 2026

Índice general

Índice general i

Índice de cuadro i

Índice de figuras ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Fundamento legal 3

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 5

I.1 Proyecto 5

I.1.1 Nombre del proyecto 5

I.1.2 Ubicación del proyecto 5

I.1.3 Duración del proyecto 8

I.1.4 Presentación de la documentación legal 8

I.2 Datos generales del promovente 8

I.2.1 Nombre o razón social 8

I.2.2 Registro federal de contribuyente del promovente 8

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 8

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 8

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 9

I.3.1 Nombre o razón social 9

I.3.2 Registro Federal de Contribuyente o CURP 9

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 9

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio 9
I.4 Información general del proyecto 9
I.5 Objetivos 10
I.6 Justificación 10
I.7 Antecedentes 11
I.8 Selección del sitio 11
I.9 Ubicación física del proyecto 12
I.10 Inversión requerida 16
I.11 Dimensiones del proyecto 16
I.12 Características particulares del proyecto 17
I.13 Programa general de trabajo 19
I.14 Preparación del sitio 20
I.15 Descripción de las obras y actividades 21
I.16 Etapa de construcción 21
I.17 Etapa de operación y mantenimiento 22
I.18 Etapa de abandono del sitio 22
I.19 Representación gráfica regional 22
I.20 Representación gráfica local 23
I.21 Utilización de explosivos 24
I.22 Generación manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera 24
I.23 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 25
I.24 Generación de gases de efecto invernadero 26

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO 26

II.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) 27

II.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 27

II.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca (POERTEO) 31

II.2 Decretos y programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas 42

II.2.1 Área Natural Protegida de carácter federal 42

II.2.2 Área Natural Protegida de carácter estatal 43

II.2.3 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) 45

II.2.4 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) 46

II.2.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) 47

II.2.6 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) 48

II.3 Planes o programas de desarrollo urbano nacional, estatales, municipales (PDU) ... 50

II.3.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 50

II.3.2 Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028 51

II.3.3 Plan Municipal de Desarrollo Santiago Juxtlahuaca 2025-2027 51

II.4 Normas Oficiales Mexicanas 52

II.5 Otros instrumentos 53

II.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 53

II.5.2 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal 54

II.5.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 55

II.5.4 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Impacto Ambiental 59

II.5.5 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 61

II.5.6 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 62

II.5.6 Ley General de Vida Silvestre 63

II.5.7 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre 64

II.5.8 Ley de Aguas Nacionales 64

II.5.9 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 65

II.5.10 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos 66

II.5.11 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 66

II.5.12 Programa Nacional de Desarrollo Urbano 67

II.5.13 Estrategia Nacional de Cambio Climático y Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 68

III. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 68

III.1. Delimitación del área de influencia y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto 68

III.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional 72

III.2.1 Aspectos abióticos 73

III.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos 73

III.2.1.2 Geología y geomorfología 76

III.2.1.3 Suelos 83

III.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea 85

III.2.2 Aspectos bióticos 88

III.2.2.1 Vegetación terrestre 88

III.2.2.2 Fauna 109

III.2.3 Paisaje 121
III.2.4 Medio socioeconómico 123
III.2.4.1 Demografía 123
III.2.4.2 Factores socioculturales 130
III.3 Diagnostico ambiental 132
IV. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 134
IV.1 Identificación de impactos 134
IV.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 134
IV.2 Caracterización de los impactos 139
IV.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático 143
IV.3 Valoración de los impactos 144
IV.4 Impactos residuales 153
IV.5 Impactos acumulativos 153
IV.6 Resumen y conclusiones 155
IV.7 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 156
IV.8 Programa de vigilancia ambiental 162
IV.9 Seguimiento y control (monitoreo) 168
INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 168
Presentación de la información 168
Cartografía 168

Fotografías 169

VIII.2 Otros anexos 172

LITERATURA CITADA 173

Índice de cuadros

Cuadro I-1. Coordenadas a cada 500 m del trazo del proyecto. 13
Cuadro I-2. Coordenadas de ubicación de las obras de drenaje. 15
Cuadro I-3. Características de la carretera que se pretende aperturar. 16
Cuadro I-4. Cronograma de actividades. 19
Cuadro I-5. Estimación de residuos sólidos urbanos a generar por el desarrollo del proyecto. 25
Cuadro II-1. Características de la UAB Cordillera Costera del Sureste de Guerrero. 28
Cuadro II-2. Características de la UGA 054. 33
Cuadro II-3. Criterio de regulación ecológica de la UGA 054. 34
Cuadro II-4. Normas oficiales mexicanas que se vinculan con el proyecto. 52
Cuadro II-5. Vinculación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente con el proyecto. 56
Cuadro II-6. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 59
Cuadro II-7. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 62
Cuadro II-8. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 63
Cuadro II-9. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre. 64
Cuadro II-10. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales. 65
Cuadro II-11. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. 65
Cuadro II-12. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. 66
Cuadro III-1. Disponibilidad de agua subterránea de acuíferos. 87
Cuadro III-2. Especies con mayor número de registro en Santiago Juxtlahuaca de acuerdo con la plataforma digital enciclovida. 90
Cuadro III-3. Especies de flora registradas en SAR. 95

Cuadro III-4. Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo en el SAR. 98
Cuadro III-5. Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo en el SAR. 98
Cuadro III-6. Índices de diversidad del estrato arbóreo del SAR. 99
Cuadro III-7. Índices de diversidad del estrato arbustivo del SAR. 100
Cuadro III-8. Índices de diversidad del grupo de regeneración del SAR. 101
Cuadro III-9. Índices de diversidad del grupo de otras formas de vida del SAR. 101
Cuadro III-10. Especies florísticas registradas en el proyecto. 102
Cuadro III-11. Análisis estadístico con Área Basal (m^2/ha). 103
Cuadro III-12. Fórmulas para el cálculo de índice de valor de importancia. 105
Cuadro III-13. Índices de valor de importancia de las especies florísticas arbóreas del área del proyecto. 107
Cuadro III-14. Índices de valor de importancia de las especies florísticas arbustivas del área del proyecto. 108
Cuadro III-15. Índices de diversidad de especies. 108
Cuadro III-16. Cuadro comparativo de los índices de diversidad. 109
Cuadro III-17. Especies por tipo de clase y familias reportadas en Santiago Juxtlahuaca. 110
Cuadro III-18. Número de especies de fauna silvestre registrada a nivel SAR. 114
Cuadro III-19. Especies de aves registradas en el SAR. 116
Cuadro III-20. Índice de diversidad de aves registradas en SAR. 116
Cuadro III-21. Índices de diversidad de reptiles registrados en el SAR. 118
Cuadro III-22. Especies por grupo faunístico registradas en el área del proyecto. 118
Cuadro III-23. Índices de diversidad estimados para el grupo de mamíferos. 119
Cuadro III-24. Índices de diversidad estimados para el grupo de aves. 120
Cuadro III-25. Índices de diversidad estimados para el grupo de reptiles. 120
Cuadro III-26. Índices de diversidad por grupo faunístico. 120
Cuadro III-27. Localidades del municipio de Santiago Juxtlahuaca y su población. 124
Cuadro III-28. Condición de pobreza en el municipio de Santiago Juxtlahuaca. 126
Cuadro III-29. Viviendas con servicios públicos. 129
Cuadro III-30. Evaluación del nivel de vulnerabilidad que presenta el sitio donde se realizará el proyecto. 133

Cuadro IV-1. Lista de chequeo para identificación de los impactos de la etapa de preparación del sitio. 136
Cuadro IV-2. Lista de chequeo para identificación de los impactos posibles a generarse por las actividades de la etapa de construcción. 137
Cuadro IV-3. Lista de chequeo para identificación de los impactos posibles a generarse en la etapa de operación y mantenimiento. 138
Cuadro IV-4. Lista de chequeo para identificación de los impactos posibles a generarse en la etapa de abandono del proyecto. 139
Cuadro IV-5. Valores de importancia para caracterización de los impactos..... 143
Cuadro IV-6. Valoración de impactos de la etapa de preparación del sitio. 145
Cuadro IV-7. Valoración de impactos de la etapa de construcción..... 148
Cuadro IV-8. Valoración de impactos de la etapa de operación y mantenimiento. 150
Cuadro IV-9. Valoración de impactos de la etapa de abandono del proyecto..... 151
Cuadro IV-10. Medidas de prevención, mitigación y compensación para cada uno de los impactos a generarse en la etapa de preparación del sitio. 157
Cuadro IV-11. Medidas de prevención, mitigación y compensación para cada uno de los impactos a generarse en la etapa de construcción. 159
Cuadro IV-12. Medidas de prevención, mitigación y compensación para cada uno de los impactos a generarse en la etapa de operación y mantenimiento. 160
Cuadro IV-13. Medidas de prevención, mitigación y compensación para cada uno de los impactos a generarse en la etapa de abandono del proyecto. 161
Cuadro IV-14. Línea estratégica de las medidas de prevención..... 163
Cuadro IV-15. Línea estratégica de las medidas de mitigación. 166
Cuadro IV-16. Línea estratégica de las medidas de compensación. 167

Índice de figuras

Figura I-1 Croquis de ubicación del proyecto. 6
Figura I-2 Ubicación del proyecto con respecto a zonas potenciales de ocurrencia de fenómenos naturales. 7
Figura I-3 Ubicación del proyecto. 13
Figura I-4 Vías de acceso al proyecto. 21
Figura I-5 Representación gráfica regional del proyecto. 23
Figura I-6 Representación gráfica local del proyecto. 24
Figura II-1 Unidad Ambiental Biofísica en la que se encuentra inmerso el proyecto. 28
Figura II-2 Unidad de Gestión Ambiental en la que se ubica el proyecto. 33
Figura II-3 Ubicación del proyecto referente a Áreas Naturales Protegidas federales. 43
Figura II-4 Ubicación del proyecto con el ADVC más cercano. 46
Figura II-5 Región Terrestre Prioritaria en la que se encuentra inmerso el proyecto. 47
Figura II-6 Ubicación de la RHP con respecto al proyecto. 48
Figura II-7 Ubicación del proyecto con relación a las AICAS. 50
Figura III-1 Sobreposición de cartografía. 70
Figura III-2 Sistema Ambiental Regional delimitado. 71
Figura III-3 Tipos de climas presentes en el SAR y el área del proyecto. 74
Figura III-4 Tendencia de la precipitación de acuerdo con la estación climatológica No. 12231. 75
Figura III-5 Tendencia de la temperatura de acuerdo con la estación climatológica No. 12231 del periodo 1998 a 2009. 76
Figura III-6 Geología del SAR y del área de estudio. 77
Figura III-7 Ubicación del SAR y el proyecto en la Provincia Fisiográfica. 78
Figura III-8 Subprovincia fisiográfica en la que se encuentra inmerso el proyecto y su SAR. 79
Figura III-9 Sistemas de topoformas del SAR y el área del proyecto. 80
Figura III-10 Geomorfología del SAR y del área del proyecto. 81
Figura III-11 Pendientes en el SAR y el área del proyecto. 82

Figura III-12 Ubicación de zonas potenciales a deslizamientos de laderas con respecto al SAR y proyecto. 83
Figura III-13 Mapa de suelo para SAR y proyecto. 84
Figura III-14 Regiones hidrológicas en donde se encuentra el SAR y el proyecto. 85
Figura III-15 Uso de suelo y vegetación en el SAR y proyecto. 89
Figura III-16 Evidencia de la vegetación encontrada en el área de estudio. 89
Figura III-17 Forma y tamaño de los sitios de muestreo utilizado. 92
Figura III-18 Ubicación de los sitios de muestreo en predio. 93
Figura III-19 Ubicación de los sitios de muestreo en SAR. 94
Figura III-20 Número de individuos de los estratos arbóreo y arbustivo registrados en el SAR. 97
Figura III-21 Ubicación de los puntos de conteo en el SAR. 113
Figura III-22 Ubicación de los puntos de conteo en el área del proyecto. 114
Figura III-23 Evidencia de ejemplares de reptiles muestreados en SAR. 117
Figura III-24 Visibilidad paisajística observada en la zona de estudio. 122
Figura III-25 Pirámide poblacional del municipio de Santiago Juxtlahuaca. 124
Figura III-26 Afiliación de habitantes por género a instituciones de salud. 128
Figura III-27 Principales actividades económicas del municipio de Santiago Juxtlahuaca, Oaxaca. 130
Figura III-28 Número de hablantes de alguna lengua indígena por rango de edad. 131
Figura IV-1 Cambio de uso de suelo por apertura de carretera. 154
Figura IV-2 Cambio de uso de suelo por actividades de agricultura. 154

Fundamento legal

La presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional se fundamenta en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que a la letra dice "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 desequilibrios ecológicos 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.

La fracción anterior es la que le aplica al presente proyecto al tratarse de la apertura de una carretera y está dentro del sector de Vías Generales de Comunicación.

VII. Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

La carretera se pretende aperturar en terrenos forestales con vegetación, por ello, será necesario solicitar la autorización para realizar el cambio de uso de suelo, además de realizar el estudio de impacto ambiental por el cambio de uso de suelo.

En el artículo 30 de la misma Ley, se indica que 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.

La modalidad del estudio (modalidad regional), es de acuerdo con lo que se establece en el artículo 11, fracción I del Reglamento en materia de impacto ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, que a la letra dice:

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

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

El estudio también responde a lo establecido en el artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su artículo 5. "Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental", para nuestro proyecto aplica el inciso B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarias; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales"… y el inciso O) CAMBIOS DE USO DE SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS, Fracción I. Cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal…

El contenido de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, se desarrolló con base en las guías: a) guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional, b) guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector Vías Generales de Comunicación, modalidad particular y c) guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos que requieran

Cambio de Uso de Suelo o proyectos agropecuarios, modalidad particular que fueron publicados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

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

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional del proyecto "Apertura del camino: E.C. (San Pedro Chayuco - San Miguel Cuevas) - Unión De Los Ángeles, del km 20+000 al km 27+000, en el estado de Oaxaca", que en lo sucesivo se le denominará como EL PROYECTO.

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el municipio de Santiago Juxtlahuaca, localizada al oeste de la capital oaxaqueña, en la región de la Mixteca en el estado de Oaxaca. Con referencia a la cabecera municipal, el proyecto estará en el lado sur, esto es con dirección a la localidad de Unión de los Ángeles. La apertura del camino será del km 20+000 al km 27+000, puesto que actualmente ya existe un camino Tipo "D" de terracería antes del km 20+000. La localidad más cercana a la ubicación del trazo donde se realizará la apertura de la carretera corresponde a Unión de los Ángeles que pertenece al municipio referido, como se aprecia en la figura siguiente.

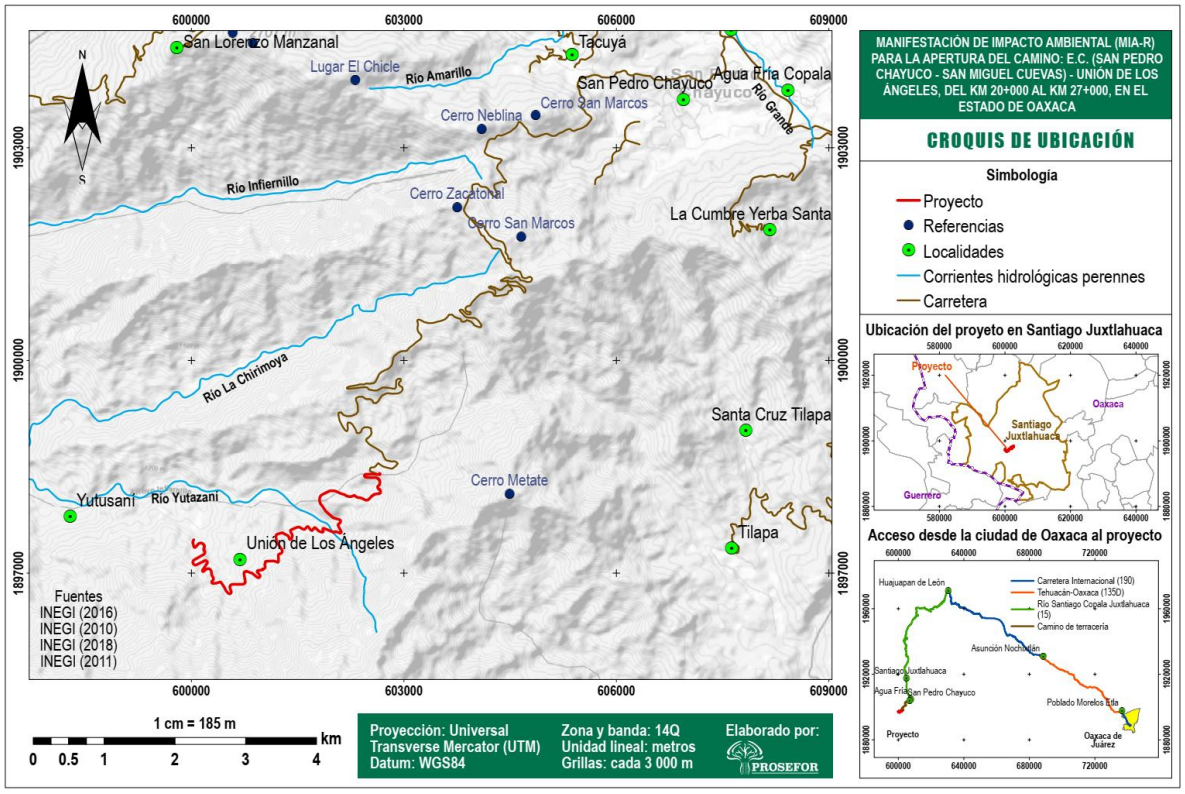


Figura I-1 Croquis de ubicación del proyecto.

Las coordenadas UTM de inicio (kilómetro 20+000) es X: 602658.00, Y: 1898406.05, mientras que las coordenadas finales (kilómetro 27+000) son X: 600033.28 y Y: 1897472.48, esto es a la altura de la comunidad de Unión de los Ángeles, aproximadamente.

La ubicación del proyecto con respecto a zonas de riesgo, de acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), **no** se ubica en las siguientes regiones:

- Regiones Potenciales de Deslizamiento de Laderas
- Zonas de Hundimiento y Agrietamientos
- Zonas de Peligro por Tsunamis
- Zonas de Peligro por Material Volcánico del Popocatépetl

Debido a que el área donde se quiere aperturar la carretera no pertenece a zonas con riesgos de deslizamientos, hundimientos ni peligro por tsunamis, representa ventajas considerando la naturaleza del proyecto, en la que se requieren terrenos estables para evitar derrumbes o deslizamientos en general y con ello el mantenimiento en buenas condiciones del camino.

En el siguiente mapa se corrobora que el trazo del proyecto no está en ninguna de las áreas con riesgo, como se ha indicado previamente.

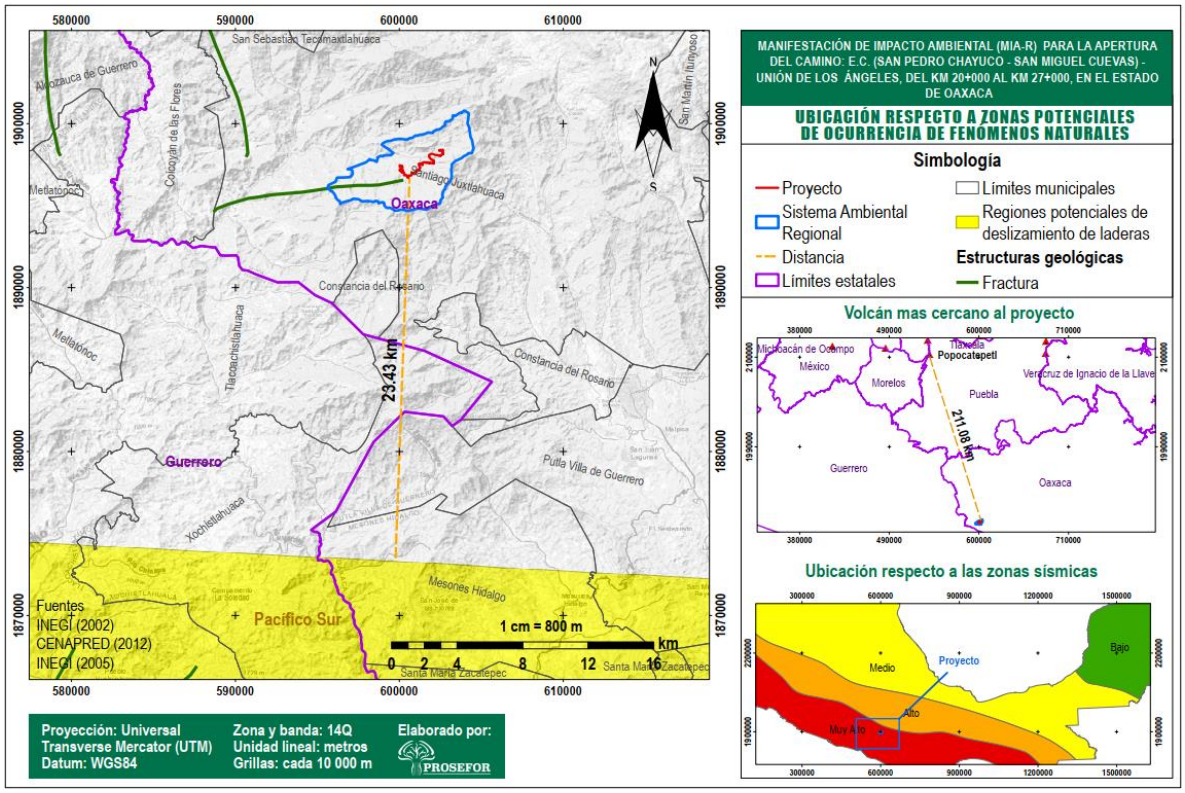


Figura I-2 Ubicación del proyecto con respecto a zonas potenciales de ocurrencia de fenómenos naturales.

Referente a las regiones sísmicas, el proyecto se ubica en la zona considerada como muy alta, esto significa que la probabilidad de ocurrencia de un sismo en la región es alta, sin embargo, la magnitud de los sismos reportados del 12 de agosto de 2021 al 12 de agosto de 2022 en el estado de Oaxaca, han sido de magnitudes bajas con intervalos desde 1.8 a 5.6 en escala de Richter (Servicio Sismológico Nacional, SSN, 2022).

I.1.3 Duración del proyecto

El tiempo requerido para la apertura del camino se estima en 6 meses (24 semanas); el cambio de uso de suelo se tiene previsto realizarlo en 20 semanas y la actividad de despalme en 22 semanas.

I.1.4 Presentación de la documentación legal

Se anexa la documentación que ampara la legal posesión del terreno.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Persona moral: Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT)

I.2.2 Registro federal de contribuyente del promovente

RFC: SCT051121IB4

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Ing. Gilberto Hernández Morales

Director General del Centro SICT Oaxaca

Se anexa copia certificada del nombramiento

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

Carretera Cristóbal Colón, S/N, km. 6.5, Tramo Oaxaca-Tehuantepec, Edificio B, Col. Del Bosque, C.P. 68100, Oaxaca de Juárez, Oaxaca.

[redacted]

[redacted]

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

I.3.1 Nombre o razón social

Persona moral: GRUPO CRR PROSEFOR S.A DE C.V.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyente o CURP

[redacted]

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

GRUPO CRR PROSEFOR S.A DE C.V.

Representante legal: Ing. Salomé Contreras Lázaro.

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted].

I.4 Información general del proyecto

EL PROYECTO, consiste en la apertura de una carretera Tipo D a nivel de terracería, que tendrá una longitud de 7 kilómetros con un ancho de 7 m, considerando los acotamientos de cada lado. Se va a desarrollar en terrenos de la comunidad agraria de San Juan Copala que pertenece al municipio de Santiago Juxtlahuaca, ubicado en la Región de la Mixteca, en el estado de Oaxaca.

Previo al proceso constructivo de la terracería se realizará la remoción de la cubierta vegetal y el despalme del terreno que delimitarán las secciones de construcción. Lo anterior, se realizarán en diferentes etapas: preparación del sitio; construcción; operación y mantenimiento, y abandono del proyecto.

Será necesario realizar el cambio de uso de suelo, previo a la apertura de la carretera, puesto que el trazo pasa por tres tipos de vegetación: Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino, Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña (INEGI, 2018).

I.5 Objetivos

- **Objetivo general:**

Aperturar el camino: E.C. (San Pedro Chayuco - San Miguel Cuevas) - Unión De Los Ángeles, del km 20+000 al km 27+000, en el estado de Oaxaca

- **Objetivos específicos:**

a) Permitir el desarrollo de la población mediante vías de comunicación eficientes y que atraerán modernización y reprimirán el retraso y marginación en la zona.
b) Dotar a la zona de una vía de comunicación eficiente, que permita el acceso de los servicios básicos a las localidades de la región.
c) Comunicar e integrar a la comunidad de Unión de los Ángeles con rapidez a la cabecera municipal.

I.6 Justificación

La región donde se ubica el municipio de Santiago Juxtlahuaca presenta importantes rasgos de marginación, por lo anterior resulta necesario la creación de una óptima infraestructura carretera, esto, representa el detonante para la incorporación de la región a la dinámica económica y del desarrollo en beneficio de sus habitantes y del Estado en general, a través de ésta se accede al suministro de servicios y abasto.

Las localidades de Unión de los Ángeles y Yutusaní pertenecientes al municipio de Santiago Juxtlahuaca, actualmente no cuentan con vías de comunicación, lo que dificulta el acceso a los servicios básicos como energía eléctrica, educación, entre otros; la apertura de este camino beneficiará no sólo a estas comunidades sino a las comunidades aledañas.

La apertura del camino permitirá el acceso de estas localidades, así como a otros servicios básicos, además de que podrán comercializar sus productos a los mercados más cercanos.

La ubicación de la carretera Tipo "D" se seleccionó con base en las características de la región tales como: geología del terreno, topografía e hidrología de la zona, tránsito promedio y tipo de vehículos que lo utilizarán, etc., esta localización aprovecha las características ambientales de la zona de estudio de manera que los daños al ambiente que serán ocasionados por la obra se podrían mitigar en una porción considerable. Además, la ruta donde se pretende aperturar la carretera fue consensuada con los representantes de las comunidades a beneficiarse.

La apertura del camino, generará beneficios en términos ambientales debido a que la región cuenta con bosques maduros. Dicho camino será una herramienta para realizar el manejo sostenible de sus recursos naturales, atender las posibles problemáticas ambientales y propiciar el turismo comunitario.

El desarrollo del proyecto no afectará ni modificará el caudal ecológico de la región, además de que no desviará ningún tipo de cauce permanente o intermitente. Se implementarán medidas de prevención durante el proceso de construcción para evitar o prevenir los impactos negativos que pudieran afectar las corrientes por donde pasará el trazo carretero.

I.7 Antecedentes

EL PROYECTO al tratarse de un camino que apenas se aperturará, no cuenta con autorizaciones previas, siendo uno de los objetivos del presente estudio, además se está elaborando el Estudio Técnico Justificativo por Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales a fin de solicitar la autorización para realizar el cambio de uso de suelo.

Cabe mencionar que EL PROYECTO será la continuación del entronque carretero que actualmente comunica a las localidades de San Miguel Cuevas con San Pedro Chayuco, continuando con dirección a Unión de los Ángeles, que tiene un avance de 20 kilómetros de apertura.

I.8 Selección del sitio

Previo a la selección del sitio se realizaron los siguientes estudios:

a) Recorridos de campo-análisis de gabinete: reconocimiento del área, recopilación de información e identificación de flora y fauna.
b) Estudio topográfico: para obtener la información necesaria para la proyección del camino en un plano, tomando en cuenta las características físicas del terreno, así como para definir las obras menores y complementarias de drenaje.
c) Estudio geotécnico: su objetivo fue determinar la estratigrafía y propiedades del subsuelo a lo largo del trazo carretero.

El trazo del proyecto, se obtuvo por medio de los estudios topográfico y geotécnico; determinando la opción más viable por los resultados obtenidos, considerando la relación beneficio/costo al momento de aperturar el camino. Además, se buscó que la longitud de apertura sea el menor posible a fin de que los impactos a ocasionarse a los componentes del medio ambiente sean los mínimos posibles.

I.9 Ubicación física del proyecto

Como se ha referido en apartados previos, el proyecto se desarrollará en terrenos de la comunidad de San Juan Copala que pertenece al municipio de Santiago Juxtlahuaca, por lo que, se ubica en la Zona 14, en la banda Q, del Datum WGS84, proyección Universal Trasverse Mercator (UTM). La ubicación del proyecto se aprecia en el plano siguiente.

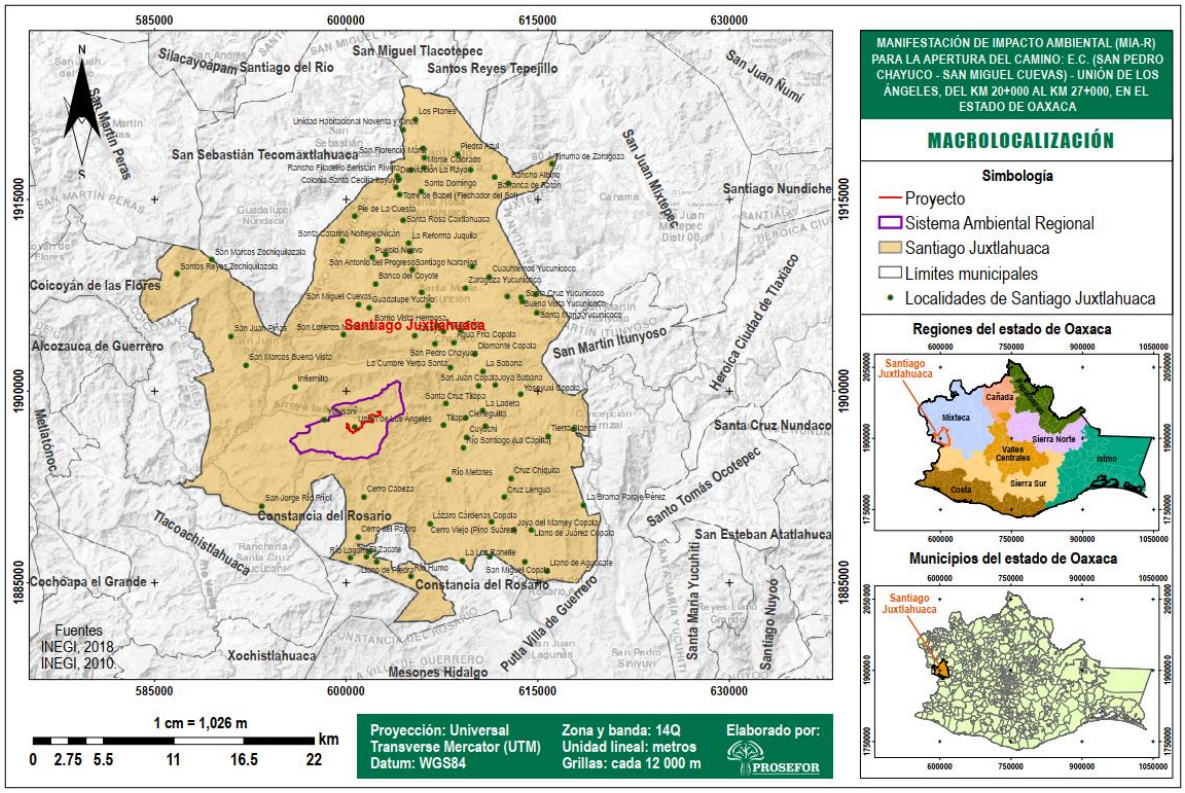


Figura I-3 Ubicación del proyecto.

En el siguiente cuadro se indican las coordenadas a cada 500 m del trazo del proyecto.

Cuadro I-1. Coordenadas a cada 500 m del trazo del proyecto.

Kilometraje	Coordenadas UTM	
	X	Y
20+000	602658.00	1898406.05
20+500	602659.51	1898298.84
21+000	602401.79	1898056.78
21+500	601933.08	1898149.91
22+000	601994.23	1897786.93
22+500	601947.87	1897600.99
23+000	601589.25	1897617.41
23+500	601295.61	1897563.89
24+000	601229.88	1897197.98
24+500	600960.84	1896978.88
25+000	600706.50	1896842.08
25+500	600419.97	1896868.50
26+000	600163.57	1897052.13

Kilometraje	Coordenadas UTM	
	X	Y
26+500	600113.90	1897229.24
27+000	600033.28	1897472.48

EL PROYECTO tendrá incidencia en 28 hectáreas considerando el derecho de vía, a partir del eje tendrá 20 metros de ancho a cada lado. De los cuales 4.82 ha estarán sujeto a cambio de uso de suelo en terrenos forestales al presentar cobertura vegetal de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino, Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña.

La apertura y construcción del camino Tipo D, se realizará en 4.9 hectáreas:

La apertura del camino incluye las siguientes obras de drenaje: cunetas y alcantarillas.

Las cunetas son zanjas que se construyen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de las coronas y lugares adyacentes hacia un lugar donde no provoque daños.

Alcantarillas. Son estructuras transversales al camino que permiten el cruce del agua y están protegidas por una capa de material en la parte superior, pueden ser de forma rectangular, cuadrada, de arco o tubular. Se pueden construir de concreto, lámina, piedra o madera.

El caso del proyecto que nos ocupa, se construirán al menos 8 alcantarillas; estas obras se ubicarán en las corrientes intermitentes y permanente por la que pasará el proyecto. De acuerdo con el trazo de apertura de la carretera, cruzará por siete corrientes intermitentes y una permanente.

La ubicación de estas obras es como se aprecia en el plano de conjunto.

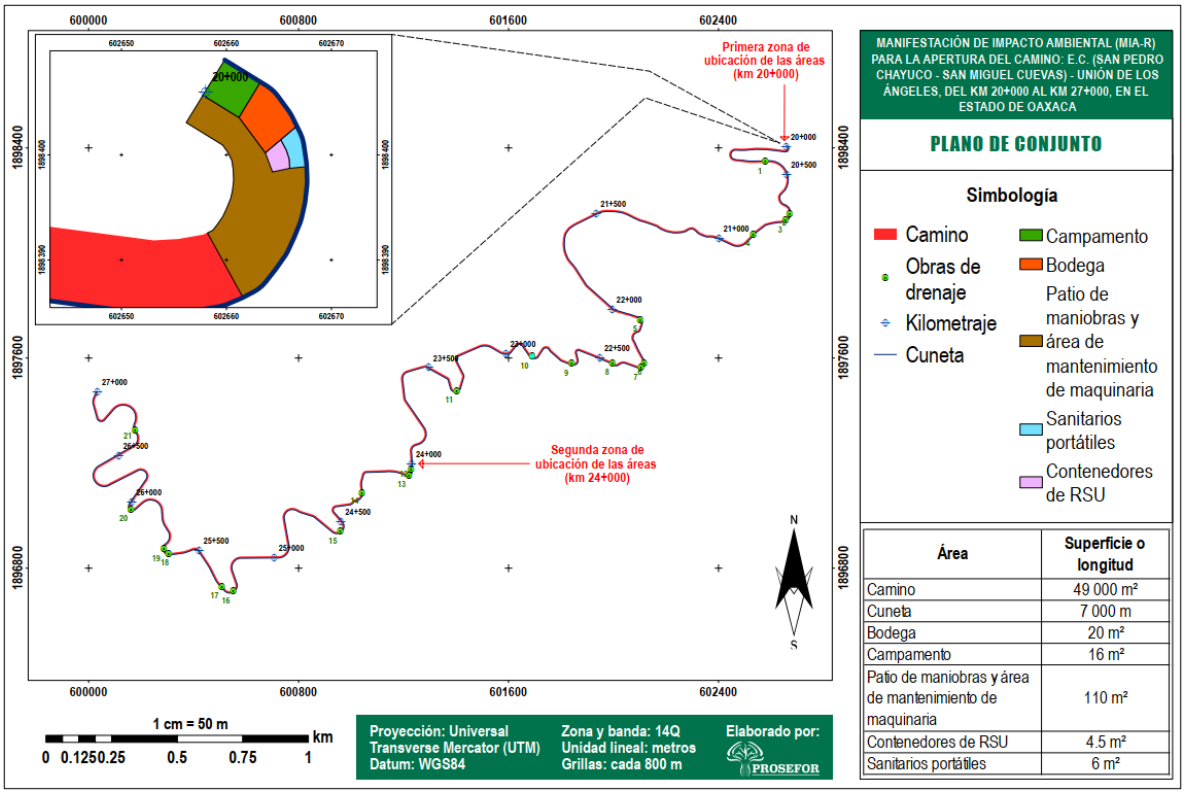


Figura I-1. Plano de conjunto.

Cuadro I-2. Coordenadas de ubicación de las obras de drenaje.

Obra de drenaje	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	602578.40	1898347.49
2	602671.50	1898150.03
3	602655.51	1898123.94
4	602533.04	1898071.00
5	602102.52	1897745.74
6	602117.12	1897580.99
7	602104.98	1897563.62
8	601996.40	1897579.59
9	601841.07	1897578.20
10	601690.07	1897606.21
11	601401.83	1897474.22
12	601228.93	1897174.62
13	601220.79	1897153.92
14	601041.74	1897085.65
15	600959.39	1896939.26

Obra de drenaje	Coordenadas UTM	
	X	Y
16	600551.31	1896712.56
17	600508.10	1896729.78
18	600305.22	1896854.26
19	600286.80	1896873.50
20	600161.71	1897023.41
21	600177.33	1897325.17

I.10 Inversión requerida

Se tiene presupuestado una inversión total de $119,137,534.64 (Ciento diecinueve millones ciento treinta y siete mil quinientos treinta y cuatro pesos 64/100 M.N.) para la apertura del camino referido en el presente estudio.

El financiamiento lo hará el gobierno federal por medio de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT).

I.11 Dimensiones del proyecto

De acuerdo con la clasificación de carreteras y caminos por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), el camino que se pretende aperturar tendrá las siguientes características:

Cuadro I-3. Características de la carretera que se pretende aperturar.

Características geométricas	Camino Tipo D
Tránsito (TDPA)	100 a 500 vehículos
Velocidad del proyecto	30 km/h
Grado de curvatura máxima	60º
Pendiente gobernadora	8.0%
Pendiente máxima	12.0%
Pendiente mínima en zonas de corte	± 0.5%
Ancho de corona	7.00 m

Características geométricas	Camino Tipo D
Ancho de calzada	7.00 m

Como obras permanentes, se considera al camino a construir con su respectiva calzada, acotamientos, cunetas y obras de drenaje.

a) Superficie total requerida por el proyecto: 28 hectáreas.
b) Superficie a afectar por tipo de comunidad vegetal:

Tipo de vegetación	Superficie (m^2)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bosque Mesófilo de Montaña	5 200	0.52	10.79
Bosque de Pino-Encino	5 600	0.56	11.62
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino	37 400	3.74	77.59
Total	**48 200**	**4.82**	**100**

c) Superficies de obras permanentes: 4.9 hectáreas (de las cuales 4.82 corresponden a algún tipo de vegetación y el resto son zonas de cultivo).

I.12 Características particulares del proyecto

La categoría que se le asigna al presente proyecto es de infraestructura carretera, con una clasificación para la carretera de Tipo "D" conforme a las especificaciones de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (S.I.C.T.).

Las carreteras Tipo "D" constan de dos carriles uno por cada sentido, con una denominación geométrica de carretera libre, con anchos de: corona de 7 m, calzada 6 m y acotamientos de 0.50 m. Por su clasificación funcional, de acuerdo al tránsito diario promedio anual (TDPA) la carretera Tipo D es para un TDPA de 100 a 500 vehículos.

La ejecución del proyecto se realizará mediante cuatro etapas:

1. **Preparación del sitio:** la primera actividad que se realizó fue la delimitación del trazo del camino por medio de estacas, para posteriormente realizar el desmonte y

despalme. El desmonte consiste en remover la vegetación existente a lo largo y ancho del trazo del camino. El despalme consiste en remover la capa superficial de tierra con un espesor promedio de 30 cm con el objeto de evitar la mezcla del material de la terracerías con materia orgánica o con depósito de material no utilizable.

2. **Construcción:** es el proceso de apertura de la carretera Tipo D.

- Excavaciones en cortes

Se refiere a la extracción y remoción del material excedente para dar con niveles requeridos en el proyecto, para la realización de dichos cortes es necesario utilizar maquinaria pesada (excavadora, tractor y cargador frontal).

- Construcción de terraplenes

Para la formación de terraplenes es necesario compactar las diferentes capas de material. Esta compactación cambia permanentemente el uso de suelo, para ello es necesario la utilización de maquinaria pesada (compactador de bulbos, vibro compactadores y motoniveladoras).

- Obras hidráulicas

Hace referencia a la construcción de obras en una fuente de agua con la finalidad de captar y derivar de dicha fuente un determinado volumen de agua, tal es el caso de: cunetas de sección triangular revestidas de concreto hidráulico.

- Instalación de señalamientos

La empresa encargada de la apertura de la carretera se encargará de instalar señalamientos de seguridad en el proceso constructivo, a fin de evitar accidentes en el proceso, además de colocar señalamientos preventivos, restrictivos e informativos al concluir con la apertura de la carretera a fin de proteger a los usuarios.

- Construcción de obras provisionales

Las obras provisionales que requerirá el proyecto son: bodega, campamentos y patio de maniobras y mantenimiento de maquinaria.

3. **Operación y mantenimiento:** una vez concluido la apertura de la carretera, se dará acceso a todos los pobladores de la región y usuarios en general, para cumplir con el objetivo general del proyecto.

   El mantenimiento de la carretera se realizará una vez que entre en operación la carretera será necesario realizar actividades de mantenimiento a fin de mantener en óptimas condiciones la vía de comunicación. Las principales actividades a realizar o que se deben de contemplar son reposición de señalamientos, mantenimiento de taludes y mantenimiento de obras de drenaje.

4. **Abandono del proyecto:** esta etapa se dará una vez concluido la apertura del camino y que entre en operación; en esta etapa se retirará todo tipo de maquinaria utilizado en el proceso de apertura así como el desmantelamiento de las obras provisionales, para dar paso a la operación de la carretera.

I.13 Programa general de trabajo

EL PROYECTO se estima desarrollarse en 6 meses, para que entre en operación en el mes número 7, como se desglosa en el cronograma de actividades. El tiempo requerido es en función de cada una de las actividades requeridas para la ejecución del proyecto.

Cuadro I-4. Cronograma de actividades.

Etapas	Actividades	Semanas																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	25
Preparación del sitio	Delimitación del trazo	X																		
	Desmonte		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	X			
	Despalme		X	X		X	X		X	X		X	X		X	X	X	X		
	Instalación de sanitarios portátiles y contenedores para RSU	X																		
Construcción	Excavación en cortes			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Construcción de terraplenes			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Obras de drenaje			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Instalación de señalamientos		X			X			X			X			X			X	X	
	Construcción de una bodega			X																
	Instalación de campamentos	X																		
	Patio de maniobras y mantenimiento de maquinaria			X				X				X				X				
	Inicio de operaciones de la carretera												X						X	

Etapas	Actividades	Semanas																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	*25*
Operación y mantenimiento	Ejecución del programa de mantenimiento																			*X*
Abandono del proyecto	Desmantelamiento de las obras provisionales																		X	

I.14 Preparación del sitio

Como se ha descrito en apartados previos, en la etapa de preparación del sitio se realizarán las siguientes actividades:

1. Delimitación del polígono. Esta actividad la realizarán los topógrafos encargados de la obra. Para delimitar el polígono donde se aperturará la carretera, harán uso de estacas para que al momento de realizar la remoción de la cubierta vegetal no se rebasen las áreas. La delimitación del polígono se realizará en los 7 kilómetros de largo y en los 7 metros de ancho que se tiene previsto.
2. Remoción de la vegetación. Para este proyecto se removerá tres tipos de vegetación (Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino, Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña). Este proceso consiste en eliminar la cubierta vegetal existente en lo que será el trazo carretero para permitir la realización de las actividades requeridas para la apertura de dicha carretera.

   La remoción de la vegetación se prevé realizarlo de forma manual empleando machetes, hachas, sierras manuales y motosierras. Se tiene programado emplear a 15 personas para esta actividad.

   Una vez derribado el árbol, se procederá a su desrame, troceo y apilado. La madera (trozas), serán donados a las personas de las comunidades aledañas para combustible o en su caso para obtener madera aserrada para construcción.
3. Despalme del sitio. Consiste en la remoción de 30 cm aproximadamente de capa de suelo en toda la superficie donde se realizará la apertura de la carreta o en las áreas que así lo requieran, considerando la orografía del terreno, para evitar la combinación o mezcla de restos de material vegetal con material de construcción para la carretera.

I.15 Descripción de las obras y actividades

Al tratarse de una carretera que quedará a nivel de terracería, los terraplenes se construirán con el material producto de los cortes que irán realizando conforme se vaya avanzando en los diferentes kilometrajes que se tiene como objetivo, además de ir compactando al nivel requerido.

El camino de acceso que se utilizará para realizar el proyecto será por la carretera de terracería que va de San Pedro Chayuco a Unión de los Ángeles con una apertura de 20 kilómetros, mismo acceso se utilizará para el suministro de insumos requeridos para la apertura de la carretera, tal es caso del combustible.

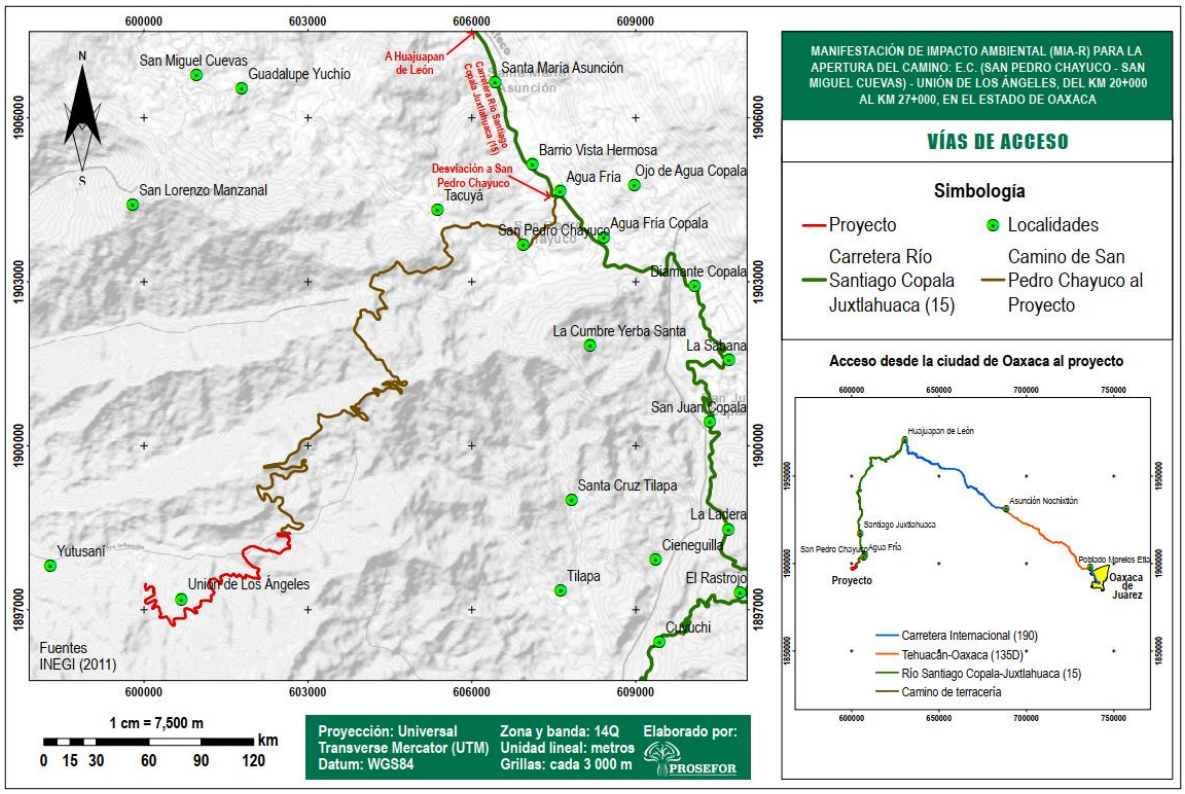


Figura I-4 Vías de acceso al proyecto.

I.16 Etapa de construcción

En esta etapa se realizará la construcción del terraplén, las obras de drenaje (alcantarillas) y obras de drenaje complementarias (cunetas).

Las obras de drenaje tienen como objetivo proteger al camino contra los efectos del agua, sobre todo en periodos de lluvia, debido a que pueden deteriorar la carretera si no se construyen considerando el temporal de lluvias en la región y la orografía del terreno en la zona de estudio.

Esta etapa culminará con la instalación de señalamientos para los usuarios.

Además es en la etapa donde se construirán las obras complementarias, requeridas para la construcción del camino, tales como: construcción de una bodega, campamentos y patio de maniobras y mantenimiento de maquinaria.

I.17 Etapa de operación y mantenimiento

La carretera entrará en operación al concluir la construcción del terraplén y de las obras de drenaje, así como de la instalación de los señalamientos respectivos. Es en esta etapa donde los locatarios de la región podrán hacer uso de esta vía de comunicación. Con ello se cumpliría con el objetivo general y específicos del proyecto.

Posterior a la puesta en operación de la carretera, será necesario realizar actividades de mantenimiento para que la carretera funcione en óptimas condiciones y evitar su deterioro temprano.

I.18 Etapa de abandono del sitio

Como tal el proyecto no tendrá una etapa de abandono, puesto que el concluir con la construcción entrará en operación de forma permanente.

Las instalaciones que se desmantelarán por tratarse de obras provisionales son: el campamento, la bodega y el patio de maniobras y mantenimiento de maquinaria, así como los sanitarios portátiles y los contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos.

I.19 Representación gráfica regional

En la siguiente figura se indica la representación gráfica regional del proyecto.

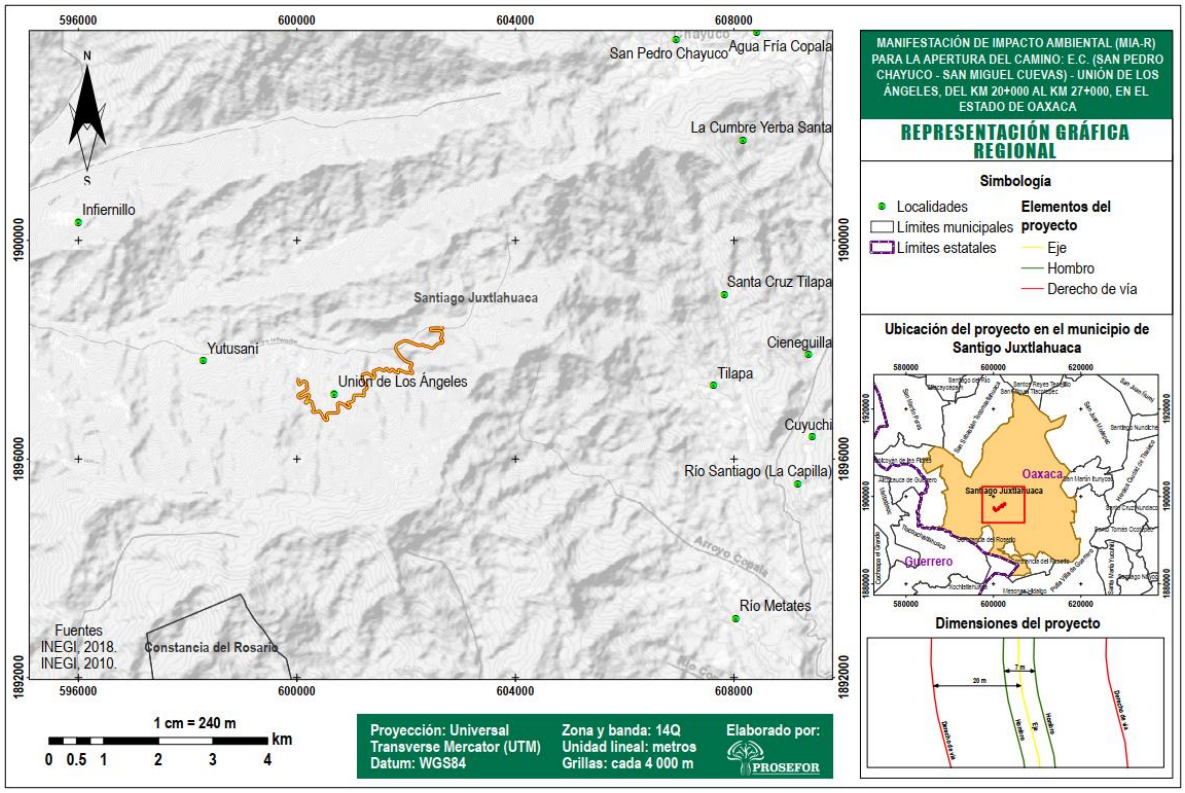


Figura I-5 Representación gráfica regional del proyecto.

I.20 Representación gráfica local

A continuación, se realiza la representación gráfica local del proyecto de apertura de un camino Tipo D.

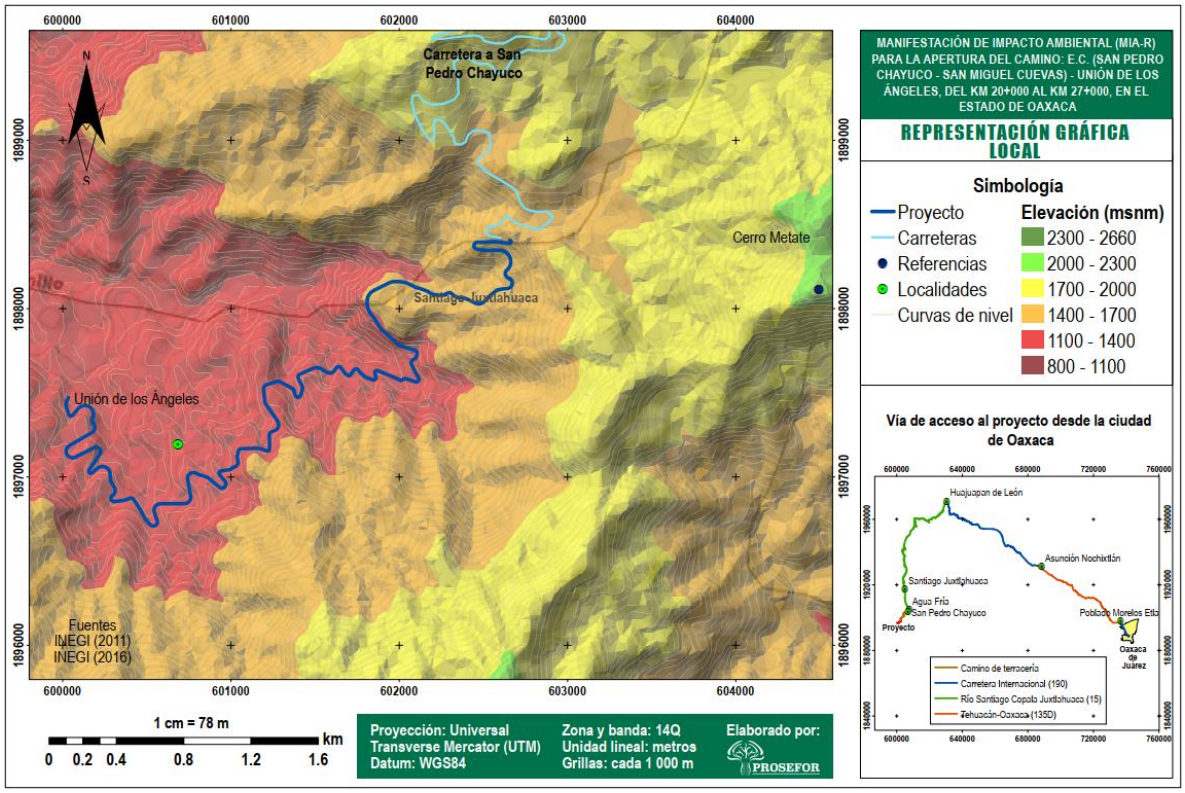


Figura I-6 Representación gráfica local del proyecto.

I.21 Utilización de explosivos

El proyecto no requerirá de uso de explosivos.

I.22 Generación manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera

Se considera que habrá generación de residuos sólidos urbanos por parte del personal que estará laborando en todos los procesos de construcción de la carretera.

Para realizar este estimado, se utilizó datos proporcionados en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial en el estado de Oaxaca, elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Gobierno del estado de Oaxaca y la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable. De acuerdo con los datos reportados de generación per-cápita para la región de

la mixteca es de 0.539 kg/hab/día. Se tomó como referencia este valor, debido a que el municipio de Santiago Juxtlahuaca pertenece a esta región.

También se consideró el número de empleados que se tiene previsto emplear para la construcción de la carretera y el tiempo de ejecución del proyecto. En total, se estima que se generará 4 073 kg de residuos sólidos urbanos.

Cuadro I-5. Estimación de residuos sólidos urbanos a generar por el desarrollo del proyecto.

Etapas	Actividades	No. de empleados	No. de días a laborar	Generación de RSU (kg)
Preparación del sitio	Delimitación del trazo	4	5	20
	Desmonte	15	84	1 260
	Despalme	5	96	480
	Instalación de sanitarios portátiles y contenedores para RSU	4	24	96
Construcción	Excavación en cortes	5	132	660
	Construcción de terraplenes	8	132	1 056
	Obras hidraúlicas	10	30	300
	Instalación de señalamientos	5	5	25
	Construcción de una bodega	8	8	64
	Instalación de campamentos	8	10	80
	Patio de maniobras y mantenimiento de maquinaria	2	6	12
Abandono del proyecto	Desmantelamiento de las obras provisionales	10	2	20
Total				**4 073**

Con respecto a las emisiones a la atmósfera por el uso y operación de maquinaria pesada, la constructora deberá realizar labores de mantenimiento de forma periódica a fin de asegurar que las emisiones a la atmósfera no rebasen los límites permisibles por las normas oficiales mexicanas.

I.23 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Los residuos sólidos urbanos que se van a generar durante las etapas del proyecto, serán almacenados en contenedores con capacidad de 200 litros debidamente tapados y rotulados.

Los residuos se clasificarán en orgánicos e inorgánicos. De forma semanal, se trasladarán los residuos al sitio de disposición final que disponga el municipio de Santiago Juxtlahuaca.

I.24 Generación de gases de efecto invernadero

El desarrollo del proyecto se realizará con maquinaria pesada, como:

1. Trascabo o excavadora
2. Tractor
3. Cargador frontal
4. Motoconformadoras
5. Compactadores
6. Motoniveladoras
7. Pipa de agua
8. Camionetas
9. Revolvedora

Por la operación de estas maquinarias, se estima que habrá generación de gases de efecto invernadero, sin embargo, se recomienda la priorización de las actividades de mantenimientos de las maquinarias de forma periódica, para que operen en óptimas condiciones y sus niveles de emisiones no rebasen el máximo permisible de acuerdo con las normas existentes en la materia.

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

Se presenta el análisis realizado de los planes de ordenamiento ecológico, normas oficiales mexicanas y otras normatividades; las leyes y sus reglamentos que regulan en materia ambiental aplicables a nivel federal, estatal y municipal con relación a cada uno de las actividades que se tiene programado realizar durante las diferentes etapas de ejecución del proyecto.

II.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

II.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El POEGT es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. 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.

El Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE) de la LGEEPA establece que el objetivo del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos: fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF. El POEGT los agrupa en Regiones Ecológicas y a su vez en Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).

En este sentido, se buscó conocer en qué Región Ecológica y UAB se ubica el proyecto y tomar en cuenta las estrategias planteadas para cada UAB. El trazo del proyecto se encuentra inmerso la Región Ecológica 18.17 y la Unidad Ambiental Biofísica Número 99 Cordillera

Costera del Sureste de Guerrero, con política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable, como se aprecia en la siguiente figura:

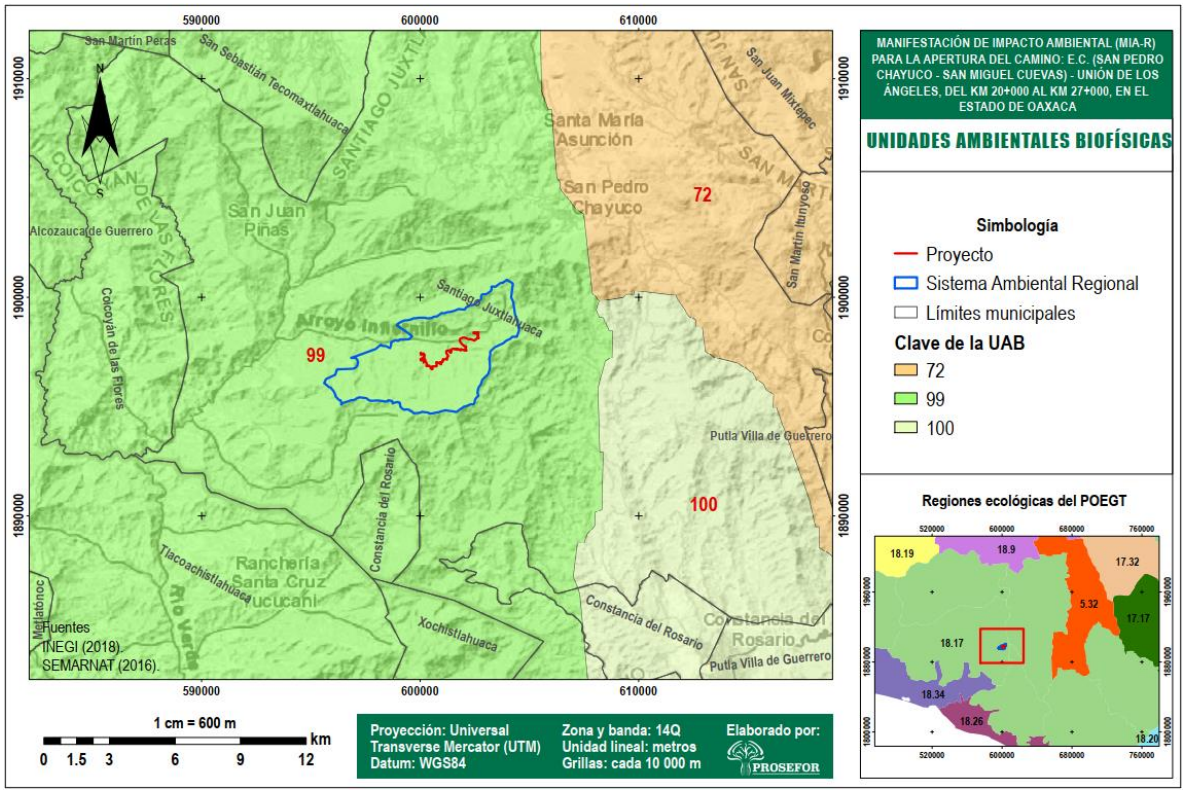


Figura II-1 Unidad Ambiental Biofísica en la que se encuentra inmerso el proyecto.

La UAB Cordillera Costera del Sureste de Guerrero, cuenta con una superficie en km^2 de 9,353.68, su población es de 404,064 y su población indígena es Mixteca. En el cuadro siguiente se desglosan las características de la UAB 99.

Cuadro II-1. Características de la UAB Cordillera Costera del Sureste de Guerrero.

Estado del medio ambiente en el año 2008:	99. Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP's. Baja degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km^2): Muy baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 74.1. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Muy alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.

	Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.				
Escenario al 2033:		Inestable a crítico			
Política ambiental:		Restauración y aprovechamiento sustentable			
Prioridad de atención:		Alta			
UAB	**Rectores del desarrollo**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**	**Estrategias sectoriales**
99	Forestal	Poblacional-Preservación de Flora y Fauna	Agricultura	Ganadería - Minería -SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Estrategias. UAB 99	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio	
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 Bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio

B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	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
E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas. Convergencia y optimización de programas y recursos para incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico	42. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar, mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.

	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

De acuerdo con las estrategias sectoriales de la UAB Cordillera Costera del Sureste de Guerrero*, el proyecto contribuirá de forma directa con su estrategia número 30 del sector Infraestructura y Equipamiento Urbano y Regional que a la letra dice "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", siendo el objetivo del presente proyecto. Por otra parte, a fin de lograr o contribuir con las estrategias del primer grupo en aspectos de preservación y protección de los recursos naturales y debido a que el proyecto involucra cambio de uso de suelo, se va a implementar programas de rescate y reubicación tanto para flora como para fauna silvestre, un programa de restauración (reforestación con especies propias de la región y construcción de obras de conservación de suelo y agua) a fin de conservar los ecosistemas y la biodiversidad.*

II.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Oaxaca (POERTEO)

El Programa de Ordenamiento Ecológico (POE) busca un equilibrio entre las actividades productivas, antropogénicas (sector asentamientos humanos) y la protección de los recursos, es decir, un desarrollo sustentable basado en 3 ejes:

- Social
- Económico
- Medio ambiente

De acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico territorial es un instrumento de política ambiental que busca maximizar el consenso y minimizar los conflictos ambientales en la sociedad.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico está agrupado en 55 Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s), cada una posee lineamientos y estrategias ecológicas. Posee condiciones de

homogeneidad de aptitud del territorio definidos por atributos ambientales y socioeconómicos, además de representar la unidad estratégica de manejo que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando el consenso entre los sectores respecto a la utilización del territorio. Para lo anterior, se han definido cuatro tipos de políticas en las que fueron agrupadas las UGA´s:

a) **Política de aprovechamiento.** Son áreas que, por sus características, son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente sobre el ambiente.
b) **Política de conservación**. Son áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos con base a su aptitud no interfieren con su función ecológica relevante y su inclusión en los sistemas de áreas naturales en el ámbito estatal y municipal es opcional. Se buscará mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, a fin de proteger los elementos de los usos productivos estratégicos.
c) **Política de restauración**. Son áreas con procesos de deterioro ambiental acelerado, en las cuales es necesaria la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.
d) **Política de protección.** Son áreas naturales susceptibles de integrarse al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) o a los sistemas equivalentes en el ámbito estatal y municipal. Poseen características ecológicas relevantes, que deben cuidarse a fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.

El proyecto se ubica en la UGA 054 con política de Protección Propuestas, esto se puede apreciar en el mapa siguiente.

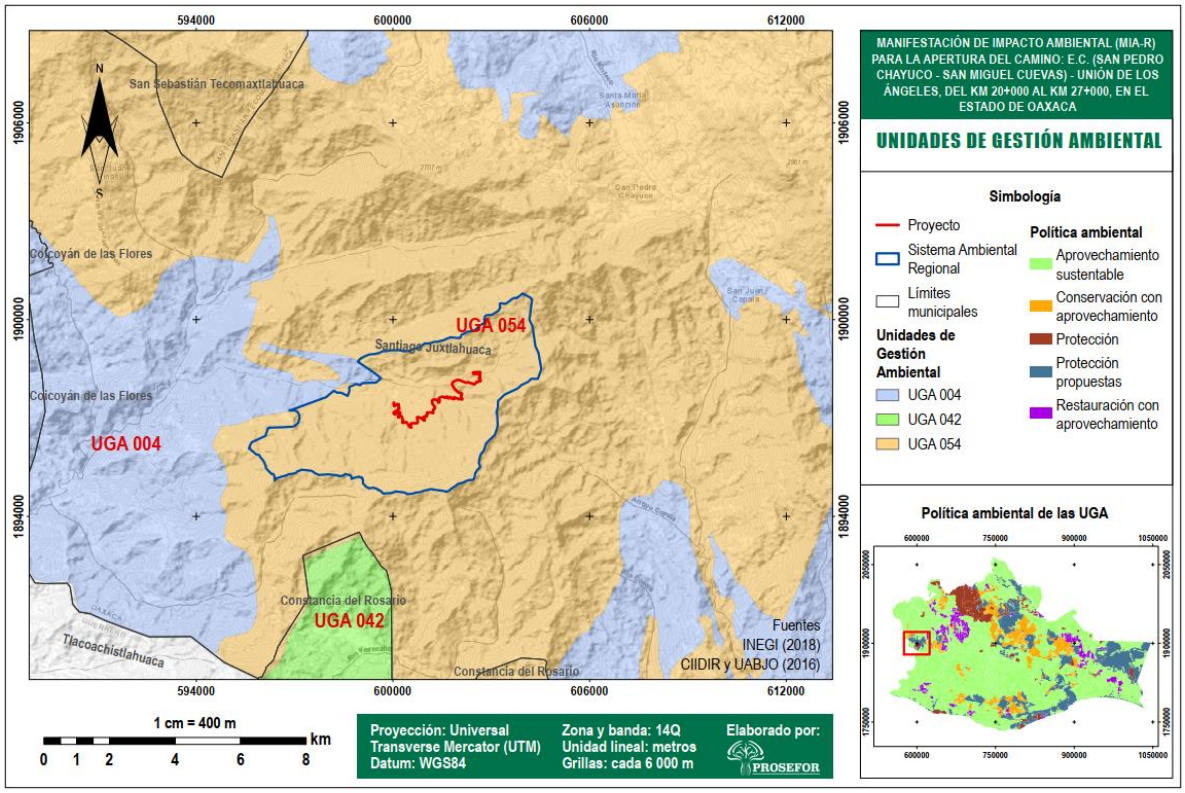


Figura II-2 Unidad de Gestión Ambiental en la que se ubica el proyecto.

La UGA 054 tiene las siguientes características:

Cuadro II-2. Características de la UGA 054.

UGA 054			Política: Protección Propuesta		
Superficie: 1,270,739.07					
Riesgo:	Medio	Biodiversidad:	Alta	Presión:	Bajo
Cobertura: Agricultura 12.71%; Asentamientos Humanos 0 00%, Bosque de Coníferas 5.42%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 17.69%; Bosque de Encino 0.72%; Bosque Mesófilo de Montaña 12.43%; Cuerpo de Agua 0.18%: Matorral Xerófilo 0.03%: Pastizal 2.40%, Selva Caducifolia y Subcaducifolia 15.54%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 31.82%; Sin vegetación aparente 0.15%; Vegetación Acuática 0.92%			**Aptitud:** **Uso Recomendado:** ecoturismo **Uso Condicionado:** forestal, apícola, industria eólica, minería **Uso No recomendado:** turismo **Sin Aptitud:** agrícola, acuícola, asentamientos humanos y ganadería		

Lineamientos:	Proteger las 1,062,973 ha de cobertura vegetal de la UGA mediante los diferentes esquemas e instrumentos de conservación aplicables, para mantener la biodiversidad y ecosistemas que contiene y garantizar su permanencia en el tiempo, así como los bienes y servidos ambientales que esta provee, controlando el crecimiento de asentamientos y sectores productivos para evitar su expansión y por tanto el aumento de la presión sobre los recursos
Comentarios:	El sector forestal deberá enfocarse únicamente en actividades de reforestación y servicios ambientales

A continuación, se realizó la vinculación del proyecto con los criterios de regulación de la UGA 054.

Cuadro II-3. Criterio de regulación ecológica de la UGA 054.

Clave	Política/sector	Criterio	Fundamentación ecológica	Vinculación	Forma de cumplimiento
C-001	Protección	Se deberán elaborar los programas de manejo de aquellas ANPs que aún no cuenten con este instrumento	Las ANP deben contar con un plan de acción a corto, mediano y largo plazo sobre las actividades que se deben realizarse para asegurar la preservación de la integridad ecológica, así como las actividades permitidas que no pongan en riesgo a las especies y ecosistemas de la ANP.	No vinculable con el proyecto debido a que el proyecto no se ubica dentro de ningún área natural protegida.	
C-002	Protección	Deberá promoverse la incorporación al SINAP de las ANPs que cumplan con el perfil estipulado por la CONANP, e impulsar que el resto de ANPs alcancen el cumplimiento de este perfil para su incorporación.	Actualmente Oaxaca tiene aproximadamente el 2.5% de su territorio como ANP registrada ante el SINAP, esta área es muy baja si consideramos la alta biodiversidad del estado.	No vinculable con el proyecto, puesto que en el trazo no hay áreas naturales protegidas.	
C-003	Protección	En zonas de manglar y humedales cercanas a éstos a un	Los humedales y manglares son los	No vinculable con el proyecto	

Clave	Política/sector	Criterio	Fundamentación ecológica	Vinculación	Forma de cumplimiento
		radio de 1 km, se deberá evitar toda alteración que ponga en riesgo la preservación de este, que afecte el flujo hidrológico, zonas de anidación, refugio o que implique cambios en las características propias del ecosistema.	ecosistemas más productivos del mundo y desempeñan funciones de control de inundaciones, protección contra tormentas, recarga y descarga de acuíferos (aguas subterráneas), control de erosión, retención de sedimentos y nutrientes, recreación y turismo, también son áreas de refugio de especies endémicas y áreas de reproducción de especies con potencial económico importante.		
C-004	Protección	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 aprovechamiento tradicional de los recursos en las comunidades rurales generalmente considera un uso sustentable, establecido en reglamentos internos de asambleas y usos y costumbres.	Vinculable con el proyecto	Durante el desarrollo del proyecto, no se permitirá la recolección de hongos, frutos, semillas, partes vegetativas. Todo el personal tendrá prohibido realizar dichas actividades de forma que no se ponga en riesgo la biodiversidad.
C-005	Protección	Toda ANP deberá contar con la definición de los polígonos de zonas núcleo y zonas de amortiguamiento, con sus respectivas subzonas.	Las ANP deben contar con un plan de acción a corto, mediano y largo plazo sobre las actividades que se deben realizarse al interior de la misma para asegurar la preservación de la integridad ecológica, así como las actividades permitidas en su zona de amortiguamiento que no pongan en riesgo a las	No vinculable con el proyecto.	

Clave	Política/sector	Criterio	Fundamentación ecológica	Vinculación	Forma de cumplimiento
			especies y ecosistemas de la ANP.		
C-006	Protección	En las áreas de Protección que no cuenten con Plan de Manejo, sólo se deberán 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.	La presión ejercida por la construcción de infraestructura sobre las ANPs puede ocasionar la pérdida de la biodiversidad, además de afectar los servicios ambientales brindados.	No vinculable con el proyecto, al ser una zona sin áreas de protección.	
C-007	Protección, Restauración, Conservación	Se deberá evitar la introducción de especies exóticas, salvo en casos en que dichas especies sirvan como medida del restablecimiento del equilibrio biológico en el ecosistema y no compitan con la biodiversidad local.	La introducción de especies exóticas es uno de los principales problemas para la conservación de la biodiversidad en Oaxaca y México, en Oaxaca se reportan los siguientes porcentajes: peces: 93.1% nativas, 6.9% exóticas; Aves: 99.8% nativas, 0.2% exóticas, la liberación o introducción de estas especies en los ecosistemas del estado provoca la desaparición de especies nativas.	Vinculable con el proyecto	El desarrollo del proyecto no considera en ninguna de sus actividades de las diferentes etapas, la introducción de especies exóticas.
C-008	Protección, Restauración, Conservación	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 combinación de estrategias de reforestación con especies nativas en conjunto con manejo de la regeneración natural en las áreas de reforestación permite restaurar y mantener la capacidad ecológica de los ecosistemas.	Vinculable con el proyecto.	La reforestación para fines de este proyecto, está considerándose como una medida de compensación por el cambio de uso de suelo. Para ello, se deberán utilizar especies

Clave	Política/sector	Criterio	Fundamentación ecológica	Vinculación	Forma de cumplimiento
					propias de la región y la densidad de reforestación será de acuerdo con el tipo de vegetación que se presenta.
C-009	Protección, Restauración, Conservación	La colecta o extracción de flora, fauna, hongos, minerales y otros recursos naturales o productos generados por estos con cualquier fin, únicamente será posible con el permiso previamente otorgado por la autoridad de medio ambiente y ecología del estado.	Es necesario conocer la biodiversidad del estado con estudios técnicos específicos, que permitan definir estrategias de reproducción o reintroducción de especies ecológicamente importantes, por lo que la colecta o extracción deberá realizarse con fines de investigación, reproducción y reintroducción y de forma controlada.	Vinculable con el proyecto.	Debido a que donde se realizará el proyecto presenta vegetación, se prohibirá y vigilará que el personal que vaya a laborar no extraiga ni colecte especies de flora o fauna, ni ningún otro recurso natural.
C-010	Protección, Restauración, Conservación	Deberá mantenerse y preservarse los cauces y flujos de ríos o arroyos que crucen las áreas bajo política de protección, conservación o restauración.	Alterar el cauce natural de los ríos afecta la distribución de especies de flora y fauna acuáticas t subacuáticas, afecta la infiltración y recarga de mantos freáticos y puede dar origen a riesgos de inundación.	Vinculable con el proyecto	Por la naturaleza del proyecto, la carretera pasará por corrientes de agua, para ello, se construirán obras de drenaje para conservar los cauces de las corrientes.
C-013	Transversal	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.	Las zonas riparias tienen una alta biodiversidad de flora y fauna en comparación con las áreas no riparias, son el refugio de especies vulnerables de plantas y animales, proveen de hábitat y actúan como corredores para el movimiento entre	Vinculable con el proyecto.	El proyecto, al pasar por corrientes de agua, se tiene contemplado construir obras de drenaje para no afectar los causes, además de realizar el cambio de uso

Clave	Política/sector	Criterio	Fundamentación ecológica	Vinculación	Forma de cumplimiento
			parches de vegetación en el paisaje fragmentado de especies de fauna.		de suelo, específicamente en áreas autorizadas.
C-014	Transversal	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	Alterar el cauce natural de los ríos afecta la distribución de especies de flora y fauna acuática y subacuática, afecta la infiltración y recarga de mantos freáticos y puede dar origen a riesgos de inundación.	Vinculable con el proyecto.	No se realizará el encauzamiento de ninguna corriente que atraviese por el trazo de la carretera.
C-015	Transversal	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m.	Las áreas riparias usualmente mantienen una biodiversidad alta de flora y fauna en comparación con las áreas no riparias, funcionan en muchos casos como refugio de especies vulnerables de plantas y animales o corredores naturales de fauna.	Vinculable con el proyecto.	No se realizará modificación alguna a la vegetación fuera del área con autorización.
C-016	Transversal varios	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	La construcción de infraestructura portuaria, urbana y de producción de electricidad han modificado ecosistemas costeros y modificado playas y dunas costeras, esto genera alteración de la hidrodinámica de estas áreas, además pueden generar problemas como: alteración y eliminación de neomorfologías de playa-duna y su vegetación asociada, destrucción de procesos de formación de dunas, pérdidas de diversidad	No vinculable con el proyecto.	

Clave	Política/sector	Criterio	Fundamentación ecológica	Vinculación	Forma de cumplimiento
			biológica, pérdidas de superficies y volúmenes de playa, así como de sus morfologías asociadas.		
C-017	Transversal	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.	El 40% de las viviendas en Oaxaca reportan quemar su basura, lo que implica impactos negativos al ambiente por generación de CO2, de otros gases tóxicos y riesgo de incendios entre los más importantes.	Vinculable con el proyecto por la generación de RSU	No se quemarán los RSU que se generen durante el proceso de apertura de la carretera. Éstas serán dispuestas en el sitio de disposición final que indique la autoridad municipal de Santiago Juxtlahuaca.
C-029	Todas-AH	Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	La construcción de presas, represas o cualquier infraestructura hidráulica afecta el balance hidrológico de la cuenca donde se construye, puede ocasionar la pérdida de la biodiversidad acuática, además de afectar los servicios ambientales brindados por los humedales, por los ecosistemas de las riberas y estuarios adyacentes.	Vinculable con el proyecto.	Los materiales derivados de los cortes en la apertura de la carretera, serán usados para la construcción de los terraplenes, por lo que no se causarán afectaciones en predios o vegetación aledaña.
C-033	Todas-AH, turismo, ecoturismo, industria	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.	Alterar el cauce natural de los ríos afecta la distribución de especies de flora y fauna acuáticas y subacuáticas, afecta la infiltración y recarga de mantos freáticos y puede dar origen a riesgos e inundación	No vinculable con el proyecto.	El proyecto no se ubica en una zona de riesgo de inundación.

Clave	Política/sector	Criterio	Fundamentación ecológica	Vinculación	Forma de cumplimiento
C-034	Todas-Apícola	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.	Los basureros y centros industriales que procesen cualquier tipo de alimento son fuentes potenciales de alimento para las abejas (poblaciones naturales e introducidas), sin embargo también representan fuentes de contaminación en la producción de miel, esto reduce la calidad de la miel, y afecta también la salud de las colmenas, disminuye la capacidad polinizadora de las abejas, y a largo plazo puede generar la desaparición de especies endémicas y del sector productivo.	No vinculable con el proyecto.	
C-035	Todas-Apícola	No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas de apiarios.	La utilización de productos químicos en el manejo de abejas afecta la salud de la colmena y reduce la calidad de la miel.	No vinculable con el proyecto.	
C-036	Todas-Apícola	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel.	La utilización de productos químicos en el manejo de abejas afecta la salud de la colmena y reduce la calidad de la miel.	No vinculable con el proyecto	
C-039	Todas-Forestal	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	La cobertura de bosque de encino y encino pino se ha reducido en más del 50% en la última década, después del Bosque Mesófilo, el Bosque de	No vinculable con el proyecto.	

Clave	Política/sector	Criterio	Fundamentación ecológica	Vinculación	Forma de cumplimiento
			Encino es el más biodiverso del estado.		
C-045	Todas-Industria	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población.	La contaminación por residuos peligrosos de ríos y mantos freáticos es un grave problema de salud pública y para la conservación de especies naturales.	No vinculable con el proyecto.	
C-046	Todas-Industria	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	La eliminación de sustancias químicas que han contaminado suelo o agua es necesaria para la preservación de la flora y fauna, así como para garantizar la continuidad de los servicios ambientales.	No vinculable con el proyecto.	
C-047	Todas-Industria (energía alternativa)	Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre.	Los generadores eólicos de aspas verticales rotatorias han afectado las poblaciones de especies voladoras nativas y migratorias, principalmente en el corredor natural de aves en la región del Istmo.	No vinculable con el proyecto.	

De acuerdo con los sectores recomendados, de forma general se concluye que el proyecto no contraviene con las especificaciones de la UGA. La UGA 054 indica como uso recomendado el ecoturismo, actividad que requiere de vías de comunicación para que ocurra. El proyecto buscará conservar la biodiversidad florística de la zona de estudio mediante la ejecución de programas de rescate y reubicación de especies, así como evitará aprovechar recursos naturales que no son necesarios para la ejecución del proyecto, y respetar en todo momento los elementos naturales, mismo que se buscará lograr con la impartición de pláticas de educación ambiental para concientizar a la base trabajadora sobre la relevancia de los recursos naturales.

II.2 Decretos y programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas

II.2.1 Área Natural Protegida de carácter federal

De acuerdo con el artículo 76 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), indica que la Secretaría deberá integrar un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, con el propósito de incluir en el mismo las áreas que por su biodiversidad y características ecológicas sean consideradas de especial relevancia en el país.

La integración de áreas naturales protegidas de competencia federal al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), por parte de la Secretaría, requerirá la previa opinión favorable del Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2021), actualmente administra 182 áreas naturales de carácter federal que representa 90,830,963 hectáreas y apoya 363 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 596,867.34 hectáreas. De la superficie total de áreas Naturales Protegidas, 21,372,350 hectáreas corresponden a superficie terrestre protegida, lo que representa el 10.88% de la superficie terrestre nacional. En lo que respecta a superficie marina se protegen 69,458, 613 hectáreas, lo que corresponde al 22.05 % de la superficie marina del territorio nacional.

Actualmente, en el país se tienen registrado un total de 181 áreas naturales protegidas de carácter federal, de los cuales 7 se encuentran en territorio Oaxaqueño, uno más que comparte con el estado de Puebla, y una Reserva de la Biosfera Pacífico Mexicano Profundo que se ubica en el estado pero además en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Chiapas (SEMAEDESO, 2022), siendo los siguientes:

- Parque Nacional Benito Juárez
- Parque Nacional Huatulco
- Parque Nacional Lagunas de Chacahua
- Monumento Natural Yagul
- Área de Protección de flora y fauna Boquerón de Tonalá

- Santuario Playa de Escobilla
- Santuario Playa Bahía de Chacahua
- Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán
- Reserva de la Biosfera Pacífico Mexicano Profundo

De las ANP enlistadas, el proyecto no se ubica en ninguna de ellas como se puede corroborar en el siguiente mapa. Por lo que, se concluye que el proyecto no tendrá incidencias ni positivas ni negativas sobre las áreas naturales protegidas de carácter federal.

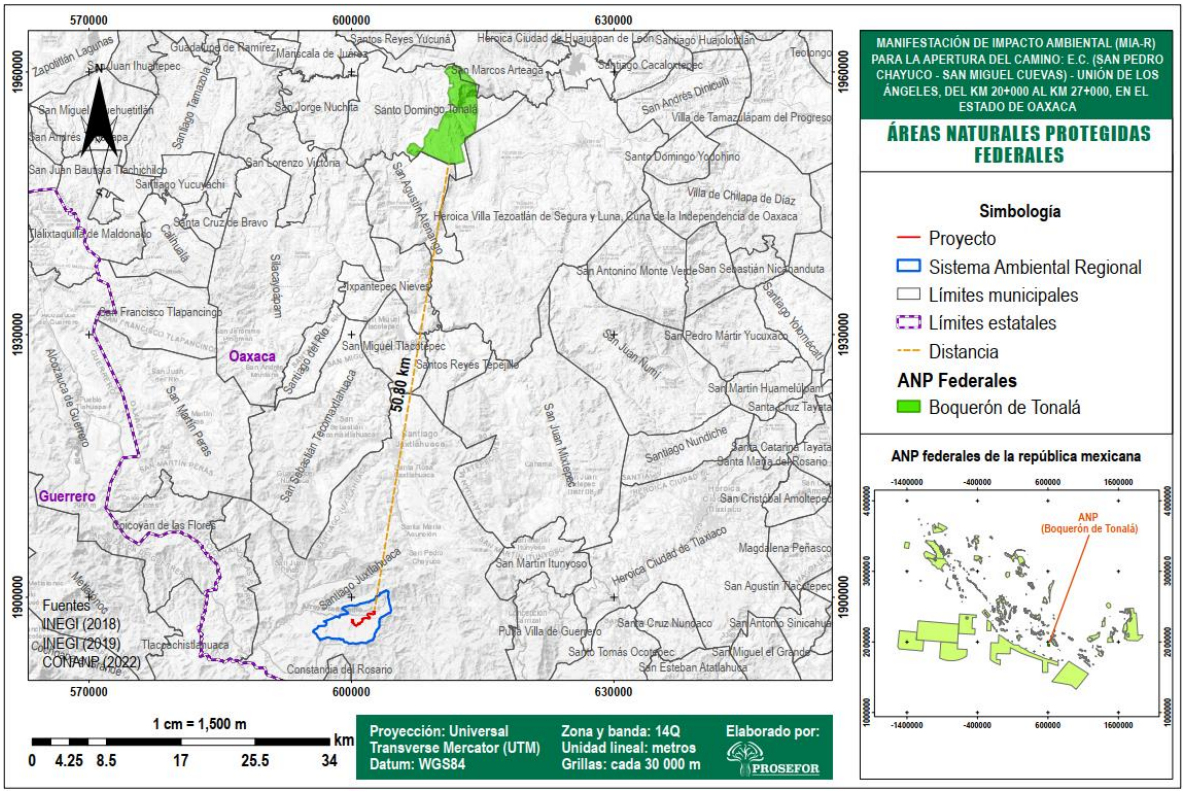


Figura II-3 Ubicación del proyecto referente a Áreas Naturales Protegidas federales.

II.2.2 Área Natural Protegida de carácter estatal

El establecimiento y operación de las Áreas Protegidas de carácter estatal constituyen actualmente la estrategia más importante para la conservación y los servicios ambientales. En Oaxaca se han decretado seis Áreas Naturales Protegidas por parte de Gobierno Estatal, cuatro se clasifican como Parques Estatales y dos como Zonas de Reserva Ecológica, en conjunto cubren una superficie de 8,667.51 hectáreas que corresponde al 0.09 % de la

superficie estatal, y se localizan en diversas regiones del Estado de Oaxaca y albergan una importante variedad de especies de fauna y flora (SEMAEDESO, 2022).

- Parque Estatal "Cerro Ta-Mee"- Región de la Cañada
- Parque Estatal de "Hierve el Agua"- Región Valles Centrales
- Parque Estatal de "Cerro del Fortín"- Región Valles Centrales
- Parque Ecológico Regional del Istmo- Región del Istmo
- Reserva Ecológica Estatal "La Sabana"- Región Sierra Norte
- Zona de Reserva Ecológica y Área Natural Protegida- Región Valles Centrales

De acuerdo con la ubicación de las áreas naturales protegidas de carácter estatal, el proyecto no se encuentra inmerso en ninguna de ellas como se aprecia en el siguiente mapa; por sus ubicaciones se concluye que las actividades a desarrollar para el proyecto referido en el presente estudio, no generarán incidencias negativas en las ANP de carácter estatal.

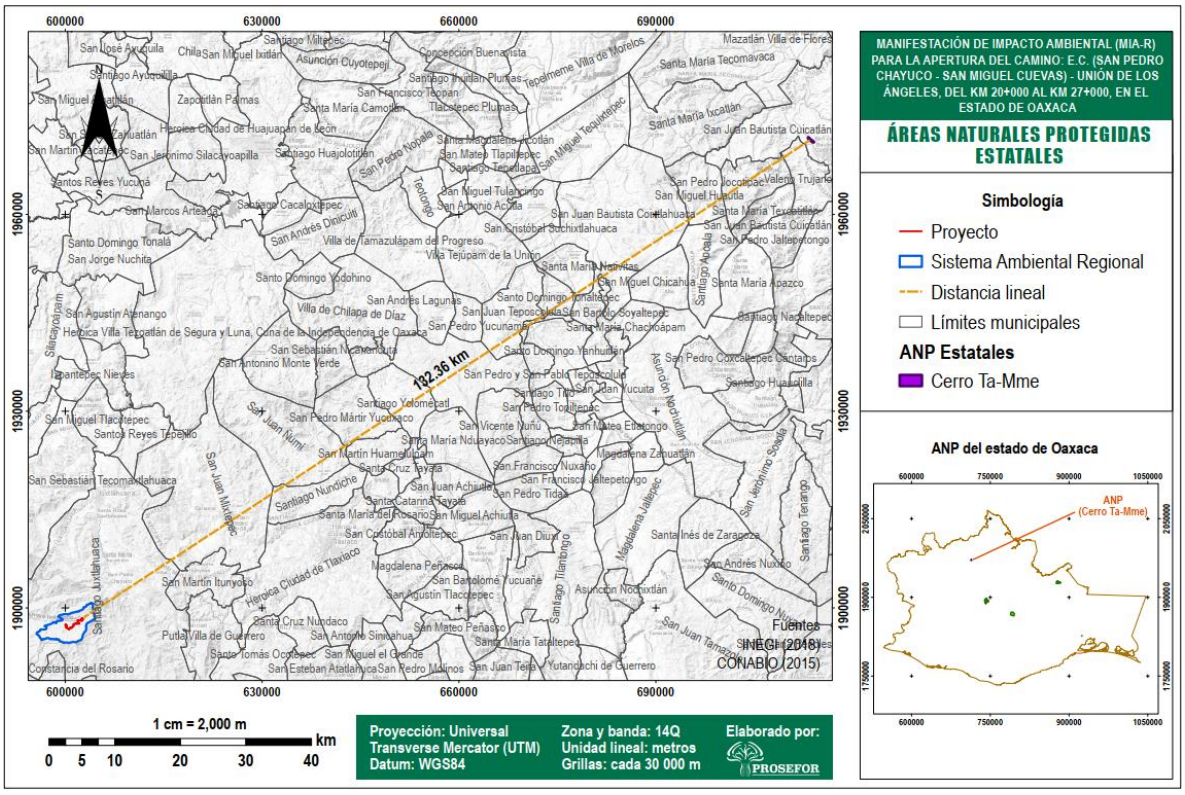


Figura II-1. Ubicación del proyecto con relación al ANP estatal mas cercano.

II.2.3 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), considera a las áreas destinadas voluntariamente a la conservación como parte de las áreas naturales protegidas (ANP) de competencia de la federación (Artículo 46).

Actualmente existen 382 áreas certificadas, con una superficie de conservación de 623,090.49 hectáreas, distribuidas en 26 estados de cuales se destacan tres entidades federativas: Oaxaca con una superficie certificada de 165,508.75 ha, seguida por Campeche y Guerrero con 122,151.25 ha y 57,918.37 ha, respectivamente (CONANP, 2022)

Las áreas destinadas voluntariamente a la conservación son aquellas que pueden presentar cualquiera de las características biológicas y ecológicas similares a reservas de la biósfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de los recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, santuarios, parques y reservas estatales, o bien, similares a las zonas de conservación ecológica municipales.

El proyecto no se ubicará en ninguna área destinada voluntariamente a la conservación, lo que se puede corroborar en el siguiente mapa.

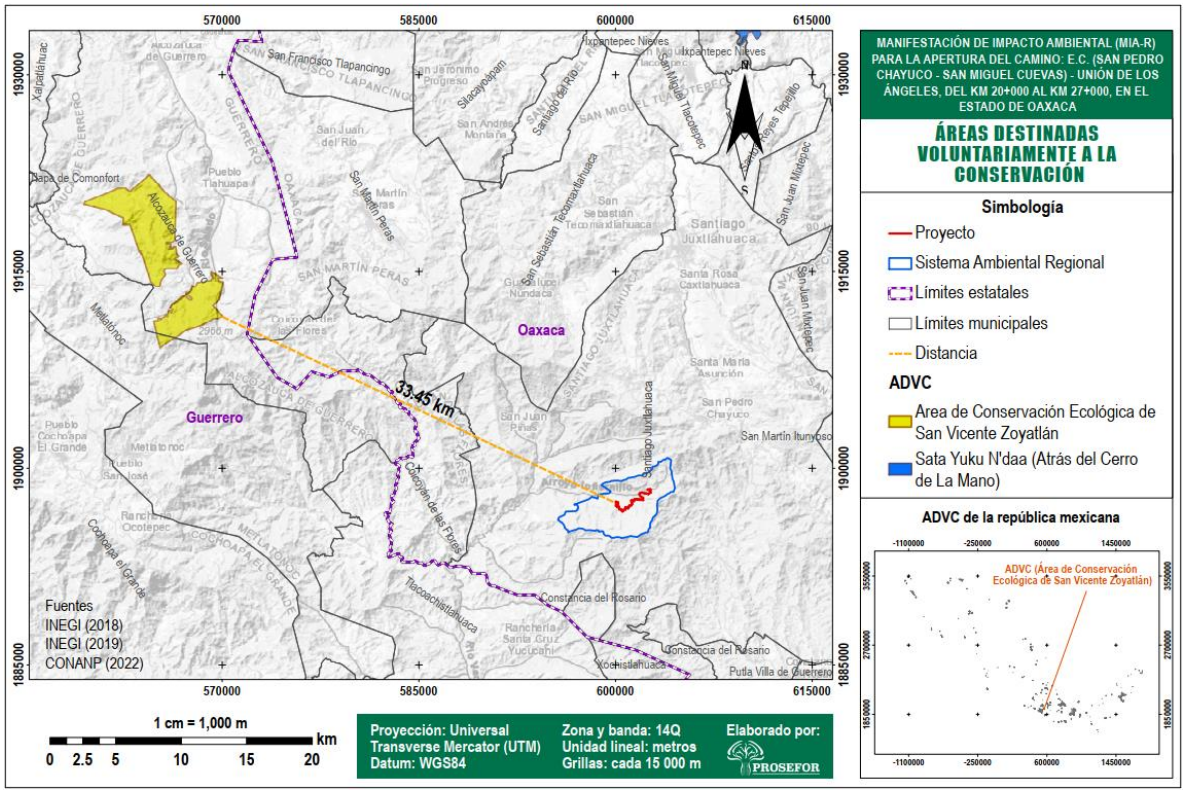


Figura II-4 Ubicación del proyecto con el ADVC más cercano.

Como se aprecia en el mapa, el ADVC más cercano a lo que será la ubicación del proyecto es el Área de Conservación Ecológica de San Vicente Zoyatlán y está a 33.45 km en línea recta.

II.2.4 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El proyecto de Regiones Terrestres Prioritarias, tiene como objetivo general "la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación" (Arriaga *et al*., 2000).

El proyecto, se ubicará dentro de la RTP 126 Sierras Triqui-Mixteca, que tiene una superficie de 3 051 km^2. Se compone por Bosque Mesófilo, Bosque de Pino y Bosque de Pino-Encino;

está catalogada con valor 2 (medio) para la conservación, por su diversidad ecosistémica con bosques de coníferas y encinos.

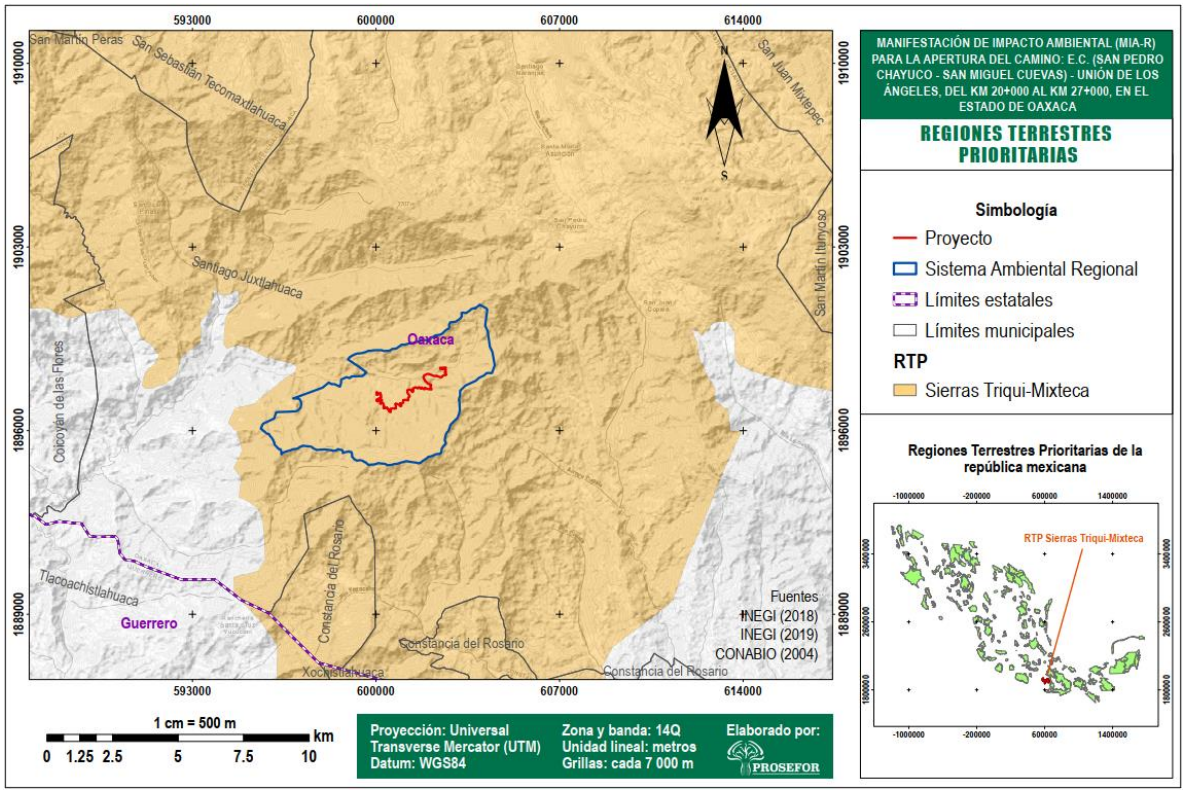


Figura II-5 Región Terrestre Prioritaria en la que se encuentra inmerso el proyecto.

Se implementarán medidas preventivas y de mitigación para no poner en riesgo la biodiversidad de la región por la implementación del proyecto.

II.2.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

El Programa de Regiones Hidrológica Prioritarias tuvo como objetivo obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido.

El proyecto no se ubicará dentro de ninguna de las regiones hidrológica prioritarias delimitadas, por lo que, se considera que no tendrá incidencias negativas sobre ellas, y más porque la RHP más cercana está a 19.97 km en línea recta.

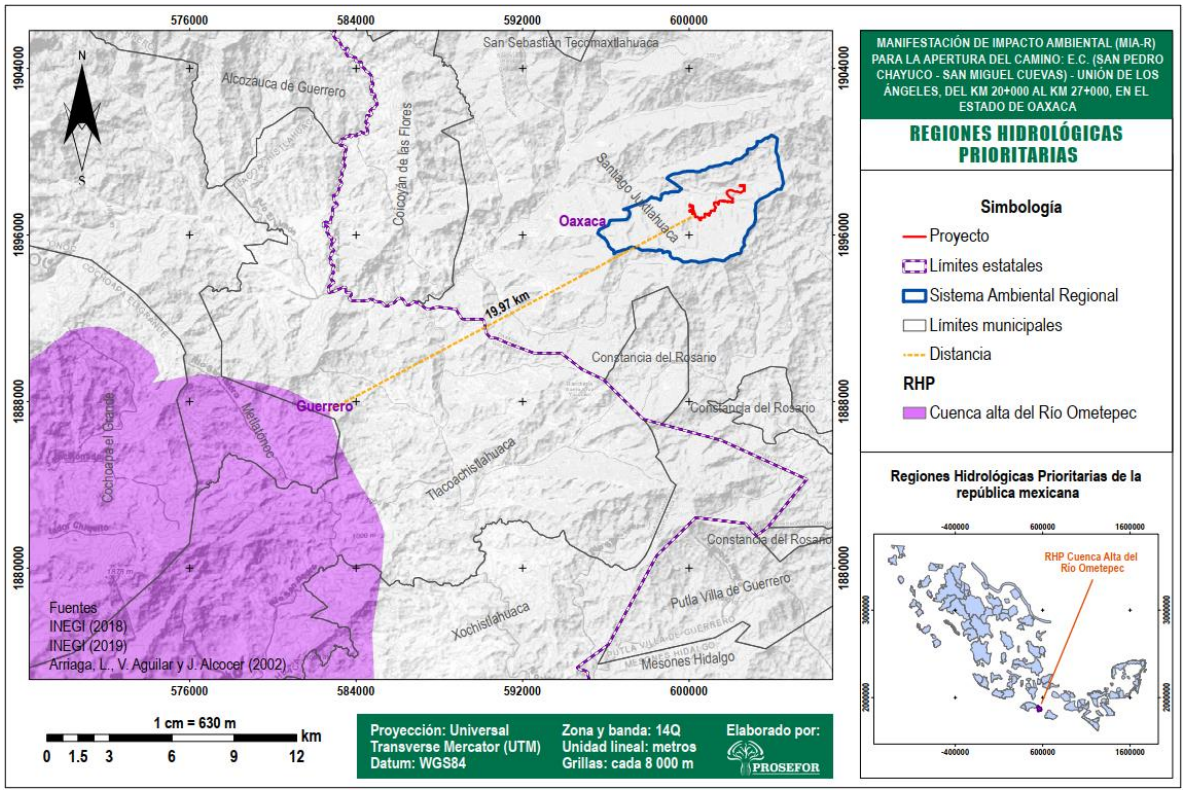


Figura II-6 Ubicación de la RHP con respecto al proyecto.

II.2.6 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El objetivo de las AICAS es crear una red regional de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de ves que ocurren de manera natural en ellos.

Las AICAS son:

- Sitios de significancia internacional para la conservación a escala sub-regional, regional o global.
- Herramientas prácticas para la conservación.

- Deben, siempre que sea posible, ser suficientemente grandes para soportar poblaciones viables de las especies para las cuales son importantes.
- Deben ser posibles de conservar.
- No son apropiadas para la conservación de todas las especies, y para algunas es posible que representen solamente parte de sus rasgos de distribución.

Es fundamental analizar las AICAS y conocer si un determinado proyecto se insertará en alguna de esas áreas, ya que se consideran como una herramienta que permite identificar huecos en los sistemas naturales protegidos de los países para implementar planes de manejo y conservación de los recursos naturales, sobre todo por la importancia ecológica que ciertas especies de aves pueden tener dentro de un ecosistema.

El caso del proyecto que nos ocupa, no se encuentra inmerso en ninguna AICA, por tanto, se tiene la certeza de que no incidirá de forma negativa en este tipo de áreas. Sin embargo, se propone implementar un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies de fauna silvestre, incluyendo al grupo de avifauna, para asegurar que no serán afectados por la apertura de la carretera.

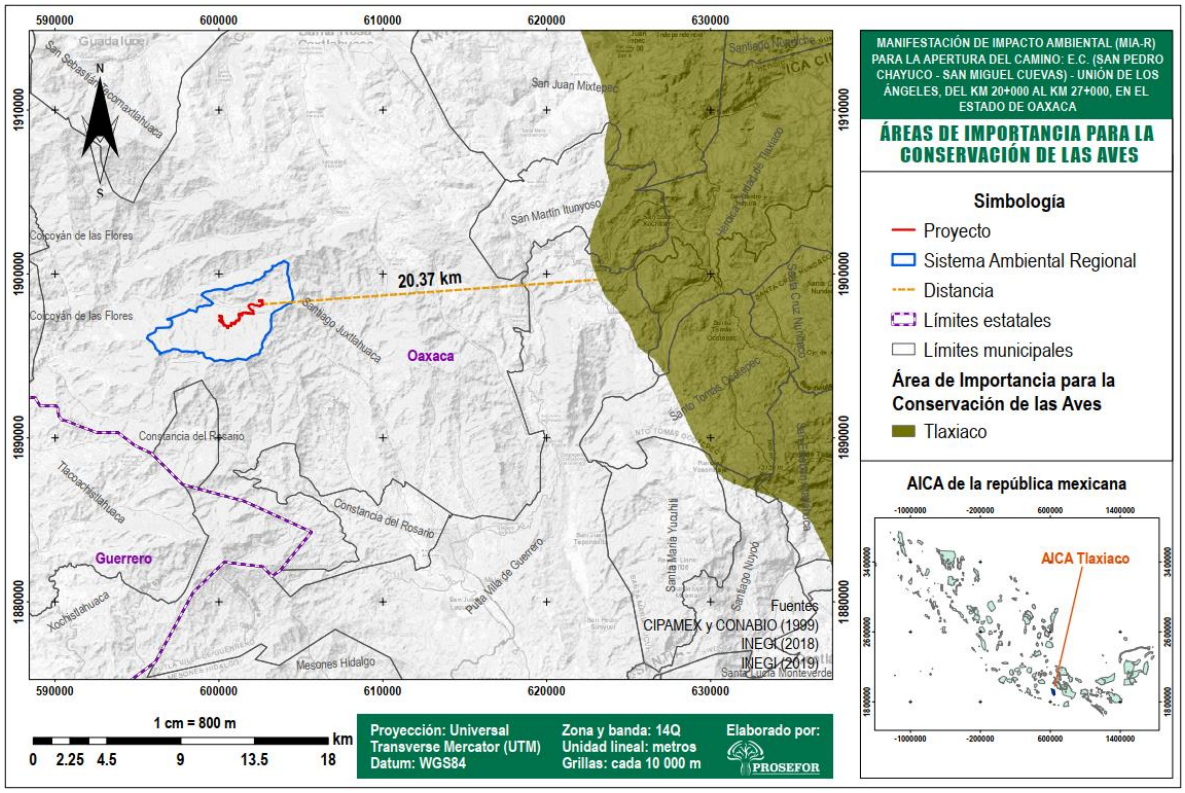


Figura II-7 Ubicación del proyecto con relación a las AICAS.

II.3 Planes o programas de desarrollo urbano nacional, estatales, municipales (PDU)

II.3.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND)

En el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, se menciona que el gobierno de México está comprometido a impulsar el Desarrollo Sostenible a fin de satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, *en este sentido, el proyecto contribuirá con los aspectos: social y económico, principalmente, mediante la apertura de la carretera al tratarse de una vía de comunicación que permitirá el desarrollo social y económico de la región, y en el aspecto ecológico tendrá beneficios, ya que será una vía de acceso que en algún momento dado podrá funcionar como una vía de acceso para realizar manejo forestal comunitario sostenible.*

Otro aspecto que considera el PND, es el crecimiento económico. *Aunque el proyecto no forma parte de los programas que tiene planteado el gobierno federal para atender los problemas económicos del país, al tratarse de una vía de comunicación que se construirá para comunicar comunidades que actualmente no cuentan con ninguna vía de acceso, se considera como un detonante para el desarrollo económico para las comunidades beneficiadas.*

II.3.2 Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028

EL PROYECTO, tiene estrecha relación con el eje IV del Plan Estatal de Desarrollo por el apartado de comunicaciones y transportes. Las comunicaciones y transportes constituyen los elementos básicos para el desarrollo económico y mejoramiento de las condiciones de vida de las personas y las comunidades. *La región donde se aperturará la carretera, sus comunidades actualmente se encuentran sin vías de acceso, lo que imposibilita el acceso a los servicios básicos, por lo que, este proyecto de alguna forma contribuirá con el desarrollo económico, principalmente de las comunidades beneficiadas.*

II.3.3 Plan Municipal de Desarrollo Santiago Juxtlahuaca 2025-2027

Se realizó la vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo de Santiago Juxtlahuaca del periodo 2025-2027, al no estar disponible del periodo actual. En este plan se da a conocer que los medios de comunicación terrestre en todo el municipio se encuentran en mal estado, además de que hay comunidades que no cuentan con ningún camino. También se expone que cada año fiscal existe un presupuesto determinado para la construcción de infraestructura social municipal, que no es suficiente, pero se han ido mejorando poco a poco las condiciones de vida de las personas del municipio, al introducirse y ampliarse los servicios básicos.

Con el desarrollo del proyecto, se espera contribuir con el desarrollo económico de las comunidades beneficiadas, además de ampliar la infraestructura carretera del municipio de Santiago Juxtlahuaca y proveer de medios de comunicación para que la población pueda acceder a los servicios básicos necesarios para el desarrollo de una comunidad.

II.4 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM´s) son disposiciones generales de tipo técnico que son expedidas por dependencias de la administración pública federal. Su objetivo es establecer reglas, especificaciones, directrices y características aplicables a un producto, proceso o servicio. En este sentido existen normas que regulan una o más actividades involucradas en el desarrollo del proyecto referido, por lo que, en el cuadro siguiente se realiza la vinculación del proyecto con las diferentes normas aplicables para cada actividad o caso.

Cuadro II-4. Normas oficiales mexicanas que se vinculan con el proyecto.

NOM	Qué establece	Vinculación con el proyecto
NOM-086-SCT2-2015	Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales	Se tiene previsto la colocación de señalamientos horizontales y verticales que indiquen la realización de las diferentes actividades que involucra la apertura del camino objeto del proyecto, conforme a las especificaciones de la referida norma, para evitar posibles accidentes.
NOM-034-SCT2-2011	Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas	Previo a la conclusión del proyecto se hará la instalación o colocación de los señalamientos viales en diferentes puntos del trazo carretero conforme a las especificaciones de la citada norma.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Como tal, el proyecto no involucra el manejo de residuos peligrosos, sin embargo, la maquinaria que se estará utilizando operará con diésel que se agrupa en la categoría de hidrocarburos; por ello, se implementarán medidas de seguridad y se hará el control de derrames en caso de suscitarse para no rebasar los

NOM	Qué establece	Vinculación con el proyecto
		límites máximos permisibles de hidrocarburos en el suelo.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Protección ambiental.-Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.-Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Para mantener los límites máximos permisibles de opacidad en la maquinaria pesada, se realizará mantenimientos preventivos y periódicos para no rebasar los límites establecidos por la norma.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	Se implementarán programas de rescate y reubicación de especies de flora y fauna silvestre. Este programa se pondrá en marcha previo al desmonte y despalme que se tiene previsto realizar en la etapa de preparación del sitio.
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	El proyecto no contempla el manejo de aguas residuales, debido a que se hará la contratación de una empresa que arrende sanitarios portátiles para brindar el servicio a la base trabajadora, y será la misma empresa que realizará el manejo y descarga de las aguas residuales correspondientes.

II.5 Otros instrumentos

II.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Dado que la carta magna establece en el párrafo 5 del artículo 4° que, *toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien*

lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley, en el presente estudio de impacto ambiental se proponen medidas y programas que minimizarán los impactos adversos del proyecto, esto con la finalidad de proteger la flora y la fauna y con ello garantizar los beneficios que estos componentes del ecosistema proveen a las poblaciones humanas.

II.5.2 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal

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

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

I. Caminos o carreteras.

a) Los que entronan con algún camino de país extranjero.
b) Los que comuniquen a dos o más estados de la Federación; y
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.

III. Derecho de vía. Franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación, cuya anchura y dimensiones fija la Secretaría, la cual no podrá ser inferior a 20 metros a cada lado del eje del camino. Tratándose de carreteras de dos cuerpos, se medirá a partir del eje de cada uno de ellos.

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

Vinculación:

De acuerdo con los artículos mencionados de la presente Ley y considerando que la apertura del camino será con fondos federales, se establece que el proyecto es de competencia de la Federación y por tratarse de una obra enlistada en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) como Vías Generales de Comunicación y de su Reglamento en materia de Impacto Ambiental, se elaboró la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional para ser evaluada en Materia de Impacto Ambiental.

II.5.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Esta ley es reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
II. Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
III. La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
IV. La preservación y protección a la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;
V. El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;
VI. La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;
VII. Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

VIII. El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución;

IX. El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental; y

X. El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

En función de los objetivos del presente proyecto y al contenido de la esta Ley, se realizó la vinculación con el proyecto.

Cuadro II-5. Vinculación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente con el proyecto.

Artículo	Fracción aplicable	Vinculación con el proyecto	Forma de cumplimiento
Sección V: Evaluación del Impacto Ambiental			
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	I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.	Vinculable con el proyecto al tratarse de una apertura de un camino.	A través de este documento se solicitará autorización en Materia de Impacto Ambiental a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
	VII. Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	Vinculable con el proyecto al requerir el cambio de uso de suelo.	Se solicitará autorización ante la SEMARNAT, para realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por medio de un Estudio Técnico Justificativo conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo	Fracción aplicable	Vinculación con el proyecto	Forma de cumplimiento
siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:			
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.		Vinculable: el proyecto "Apertura del camino: E.C. (San Pedro Chayuco - San Miguel Cuevas) - Unión De Los Ángeles, del km 20+000 al km 27+000, en el estado de Oaxaca" se apega al artículo 28, fracciones I y VII, toda vez que el proyecto pertenece a Vías Generales de Comunicaciones requerirá de un cambio de uso de suelo de áreas forestales.	En atención a este artículo (30) de la LGEEPA, el promovente La Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transporte (SICT), presentará ante la SEMARNAT la manifestación de impacto ambiental modalidad regional del proyecto "Apertura del camino: E.C. (San Pedro Chayuco - San Miguel Cuevas) - Unión De Los Ángeles, del km 20+000 al km 27+000, en el estado de Oaxaca".
35 BIS 1. Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.		Es vinculable con el proyecto, debido a que es obligatorio presentar la Declaración bajo protesta de decir verdad de quien(es) elaboraron la manifestación de impacto ambiental del proyecto "Apertura del camino: E.C. (San Pedro Chayuco - San Miguel Cuevas) - Unión De Los Ángeles, del km 20+000 al km 27+000, en el estado de Oaxaca"	Al momento de presentar la MIA-R, se anexó la Carta bajo protesta de decir verdad firmada por el responsable técnico de la elaboración de la MIA-R.
CAPÍTULO III Flora y Fauna Silvestre			
79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se	I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat	Se vincula con el proyecto, puesto que su ejecución implica la remoción de la	Para evitar que el proyecto ponga en riesgo la biodiversidad de flora y fauna

Artículo	Fracción aplicable	Vinculación con el proyecto	Forma de cumplimiento
considerarán los siguientes criterios:	natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en la zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;	cubierta vegetal (flora) y por ende la modificación del hábitat de fauna silvestre.	silvestre, se pondrá en marcha acciones de prevención y mitigación, tales como: el rescate y reubicación de especies de flora y fauna, así como el ahuyentamiento de este último y reforestación en áreas de compensación.
Capítulo II Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera			
110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:	II.- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	Vinculable con el proyecto al requerir el uso de maquinaria pesada y unidades de motor, para la apertura de la carretera Tipo D.	La ejecución del proyecto, se apegará a las Normas Oficiales Mexicanas Vigentes como: NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-045-SEMARNAT-2017 y NOM-080-SEMARNAT-1994.
CAPÍTULO III Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de os Ecosistemas Acuáticos			
117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:	I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país.	Vinculable con el proyecto, debido a que el trazo carretero pasa por corrientes de tipo intermitente y permanente.	Quedará prohibido arrojar basura en los cuerpos de agua o en los arroyos secos por donde pase el trazo carretero a fin de no contaminar los cuerpos de agua.
121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.		Vinculable con el proyecto al generarse aguas residuales por el personal que estará laborando en las diferentes etapas del proyecto.	Se prohibirá la descarga de aguas residuales en las diferentes corrientes por las que atraviesa el trazo carretero, para ello se contratará a una empresa para el arrendamiento de sanitarios portátiles, que deberá contar con las autorizaciones respectivas para el manejo y descarga de las aguas residuales.
CAPÍTULO IV Prevención y Control de la Contaminación del Suelo			
134. Para la prevención y control de la contaminación del	II. Deben ser controlados los residuos en tanto que	Vinculable con el proyecto al preverse la generación de	El promovente deberá implementar medidas

Artículo	Fracción aplicable	Vinculación con el proyecto	Forma de cumplimiento
suelo, se considerarán los siguientes criterios:	constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.	Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	preventivas para evitar la contaminación del suelo, en este caso se sugiere la instalación o colocación de contenedores debidamente tapados y rotulados para almacenar los RSU y trasladarlos al sitio de disposición final que disponga el municipio de Santiago Juxtlahuaca.

II.5.4 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Impacto Ambiental

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Cuadro II-6. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo	Fracción	Vinculación con el proyecto	Forma de cumplimiento
Capítulo II De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones			
5º. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:	B) Vías generales de comunicación: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepciones:	Vinculable con el proyecto debido a que se trata de la apertura de una carretera que pertenece a Vías Generales de Comunicación.	Se solicitará a la SEMARNAT realice la evaluación en materia de impacto ambiental, para ello se ingresará el presente manifiesto.

Artículo	Fracción	Vinculación con el proyecto	Forma de cumplimiento
	O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. I. Cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de **vías generales de comunicación** o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industrias de servicios en predios con vegetación forestal…	Vinculable con el proyecto, ya que el trazo carretero pasará por predios con vegetación forestal.	Se solicitará a la SEMARNAT realice la evaluación en materia de impacto ambiental, para ello se ingresará el presente manifiesto. También se solicitará la autorización para realizar el cambio de uso de suelo y para ello se está elaborando el Estudio Técnico Justificativo.
Capítulo III Del procedimiento para la evaluación del Impacto Ambiental			
9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.		Se vincula con el proyecto, al tratarse de una obra que requiere la evaluación en materia de impacto ambiental.	Se ingresará la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional ante la Secretaría, como se indica en este artículo.
11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:	I Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, **carreteras** y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyecto que alteren las cuencas hidrológicas.	Vinculable con el proyecto por tratarse de la apertura de una carretera.	Se ingresará una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional ante la Secretaría para su evaluación y resolución.
13. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:	I Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III Vinculación con los instrumentos de planeación y	Vinculable con el proyecto	La presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional, contiene la información que se indica en el presente artículo, además su integración se elaboró con base en las siguientes guías de MIAs:

Artículo	Fracción	Vinculación con el proyecto	Forma de cumplimiento
	ordenamientos jurídicos aplicables; IV Descripción del sistema ambiental regional y señalamientos de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.		Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional. Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del sector Vías Generales de Comunicación. Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos que requieran Cambio de Uso de Suelo o proyectos agropecuarios. Modalidad particular.

II.5.5 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

De acuerdo con el primer artículo de esta Ley, tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos…

La vinculación del proyecto con esta Ley se realizó debido a que se ubica en áreas forestales.

Cuadro II-7. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo	Fracción	Vinculación con el proyecto	Forma de cumplimiento
Sección primera De los trámites en materia forestal			
68. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones	I Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción	Se vincula con el proyecto, al realizarse en terrenos forestales.	Se solicitará la autorización para realizar el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales por medio de un Estudio Técnico Justificativo.
93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trata y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación foresta.		Vinculable con el proyecto al realizarse en terrenos forestales.	Se solicitará la autorización para realizar el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales por medio de un Estudio Técnico Justificativo.

II.5.6 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

Cuadro II-8. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo	**Vinculación y forma de cumplimiento**
139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso de suelo en Terrenos Forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la secretaría, el cual deberá contener, por lo menos lo siguiente: I Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante. II Lugar y fecha. III Datos de ubicación del predio o conjunto de predios, y IV Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la clasificación del uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.	El promovente del proyecto, presentará el formato referido debidamente requisitado y acompañado del Estudio Técnico Justificativo con lo establecido en el presente artículo.

II.5.6 Ley General de Vida Silvestre

El objetivo de la Ley General de Vida Silvestre es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Cuadro II-9. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Artículo	Vinculación	Forma de cumplimiento
18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	Es vinculable con el proyecto por requerir de cambio de uso de suelo.	El promovente ejecutará el programa de rescate y reubicación de flora y fauna previo al cambio de usos de suelo, priorizando las especies que estén en alguna categoría de riesgo. Otra acción que deberá realizar es la reforestación de una superficie equivalente al cambio de uso de suelo con especies propias de la región a fin de recuperar el hábitat para la fauna silvestre y conservar la biodiversidad de la zona de estudio.
31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Vinculable con el proyecto	Al implementar los programas de rescate y reubicación tanto de especies de flora como de fauna, se deberán tomar las medidas necesaria para no poner en riesgo la vida de los ejemplares, y para asegurar su adaptación a su nuevo hábitat.

II.5.7 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

Tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.

Se realizó el análisis de este instrumento jurídico, sin embargo, se determinó que por la naturaleza del proyecto no le aplica ninguno de los artículos comprendidos en este instrumento.

II.5.8 Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Se realizó la vinculación del proyecto con esta Ley, debido a que el trazo carretero atravesará por corrientes de agua.

Cuadro II-10. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Fracción	Vinculación	Forma de cumplimiento
Capítulo I Prevención y control de la contaminación del agua			
86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en os cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.		Se vincula con el proyecto, debido a que el trazo del proyecto pasará por corrientes, además de la construcción de obras de drenajes.	Para cumplir con este artículo, se prohibirá la disposición de cualquier tipo de residuo en los cuerpos de agua que pudieran afectar su calidad. Por otra parte, se procurará realizar la obra en las corrientes intermitentes en época de secas para evitar la contaminación del vital líquido.

II.5.9 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales.

Cuadro II-11. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación y forma de cumplimiento
151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	Se recomendará a todo el personal que estará laborando en las diferentes etapas del proyecto para que no arrojen basura o algún tipo de residuo a alas corrientes de agua y sus zonas federales.

II.5.10 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

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.

Cuadro II-12. Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Artículo	Fracción	Vinculación con el proyecto	Forma de cumplimiento
Capítulo único Atribuciones de los tres órdenes de gobierno y coordinación entre dependencias			
10. Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final.	III Controlar los residuos sólidos urbanos y, en coordinación con las entidades federativas, aprovechar la materia orgánica en procesos de energía.	Vinculable con el proyecto, al requerir de personal para laborar en las diferentes etapas del proyecto y que se prevé generarán residuos sólidos urbanos.	Como medida se propone la instalación de contenedores con tapaderas y rotuladas para separar los residuos en orgánicos e inorgánicos. Su manejo y transporte al sitio de disposición final deberá estar a cargo de personal con experiencia en el área. La disposición final de los RSU se realizará en coordinación con la autoridad municipal, debido a que es la instancia que autorizará e indicará el sitio de disposición final de los residuos.

II.5.11 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Tiene por objeto reglamentar la Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su

jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Se realizó el análisis del presente ordenamiento, sin embargo por la naturaleza del proyecto no le aplica ninguno de los artículos.

II.5.12 Programa Nacional de Desarrollo Urbano

El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2025-2030 tiene como objetivos principales los siguientes:

1. Impulsar un modelo de desarrollo territorial justo, equilibrado y sostenible, para el bienestar de la población y su entorno.
2. Promover un desarrollo integral en los Sistemas Urbano Rurales y en las Zonas Metropolitanas.
3. Transitar a un modelo de desarrollo urbano orientado a ciudades sostenibles, ordenadas, equitativas, justas y económicamente viables, que reduzcan las desigualdades socioespaciales en los asentamientos humanos.
4. Potencializar las capacidades organizativas, productivas y de desarrollo sostenible; del sector agrario, de las poblaciones rurales y, de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas en el territorio, con pertinencia cultural.
5. Promover el hábitat integral de la población en la política de vivienda adecuada.
6. Fortalecer la sostenibilidad y las capacidades adaptativas en el territorio y sus habitantes.

De acuerdo con el primer objetivo, las desigualdades socioterritoriales quedan manifiestas en el Sistema Nacional Territorial en el que las grandes ciudades concentran servicios, empleos e infraestructura al mismo tiempo que consumen recursos de forma indiscriminada, mientras que sus periferias extensas y difusas, así como las localidades rurales dispersas y las comunidades indígenas, presentan graves problemas de acceso a los servicios básicos y a formas de subsistencia en su entorno; **además de que no cuentan con sistema de movilidad que las conecte**, ni con viviendas dignas y seguras, agudizándose el rezago en el que viven. *Con el desarrollo del proyecto se espera contribuir mediante la modernización de un camino*

como medio de conexión y a su vez podría contribuir de forma positiva en la mejora de otros servicios básicos que toda población humana requiere para su desarrollo.

II.5.13 Estrategia Nacional de Cambio Climático y Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT)

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 (PROMART) contribuirá con los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) como parte de su segundo eje de Política Social. Sus objetivos prioritarios, estrategias prioritarias y acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país. En ese sentido el proyecto, no pondrá en riesgo a este objetivo, puesto que se implementarán acciones que permitirán y asegurarán la conservación de la biodiversidad del área del proyecto.

III. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

En este apartado se describirán los criterios utilizados para delimitar el Sistema Ambiental Regional (SAR) en donde se encuentra inmerso el proyecto. Por otra parte, se describen los elementos bióticos y abióticos que componen el SAR, así como los aspectos sociales y económicos, como parte del análisis de la calidad ambiental del SAR.

III.1. Delimitación del área de influencia y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales define al Sistema Ambiental como la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región dónde se pretende establecer el proyecto.

El Sistema Ambiental funge como el área que se tome de referencia para conocer la relación que guarda el proyecto con su entorno ambiental, es por eso que este sistema debe de tener características ecosistémicas similares a la del área del proyecto. Por ello, para la delimitación de Sistema Ambiental Regional (SAR), se tomó como base los atributos del medio físico y biológico de la zona, los cuales se consultaron a través de cartografía digital generada por diversas instituciones como INEGI, CONABIO, SADER, CIIDIR y UABJO. Los conjuntos de datos vectoriales fueron sobrepuestos digitalmente utilizando el software ArcMap 10.5, y se tomó como límites la extensión de las características físicas y ambientales para delimitar un sistema natural funcional con atributos homogéneos, caracterizado por la uniformidad y continuidad de las propiedades naturales del medio que encierra, el cual resulta apto para tomarse como referencia para evaluar los impactos ambientales que se podrían desprender de la ejecución del proyecto.

Los criterios ambientales y físicos utilizados para la delimitación del Sistema Ambiental Regional fueron los siguientes:

- Microcuenca hidrográfica
- Uso de suelo y vegetación
- Unidades de Gestión Ambiental
- Edafología
- Topografía

En la siguiente figura se muestra la sobreposición cartográfica digital de estos elementos; además se indica el Sistema Ambiental Regional definido, tomando como límites los criterios mencionados.

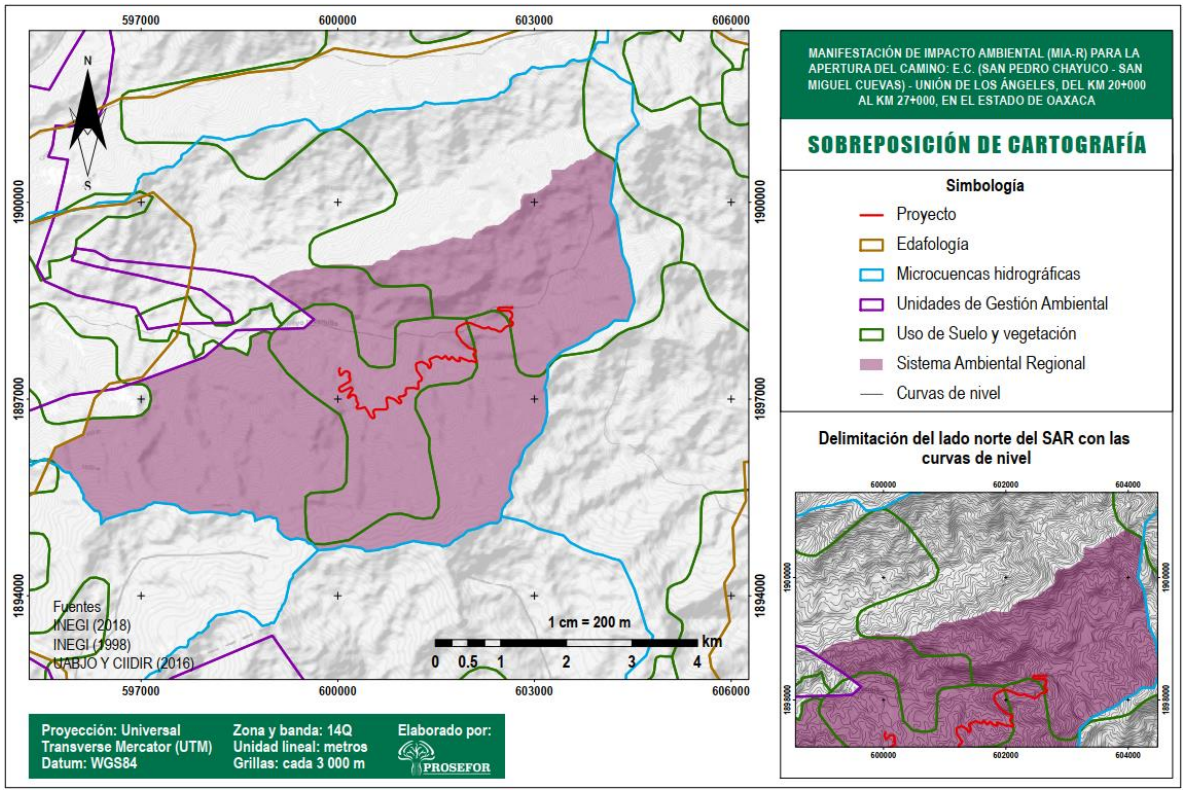


Figura III-1 Sobreposición de cartografía.

Como se muestra en la figura anterior, con la sobreposición de los criterios físicos y ambientales se delimitó el SAR, obteniendo con ello un polígono con una superficie de 2 707.93 ha, el cual se indica en la siguiente figura.

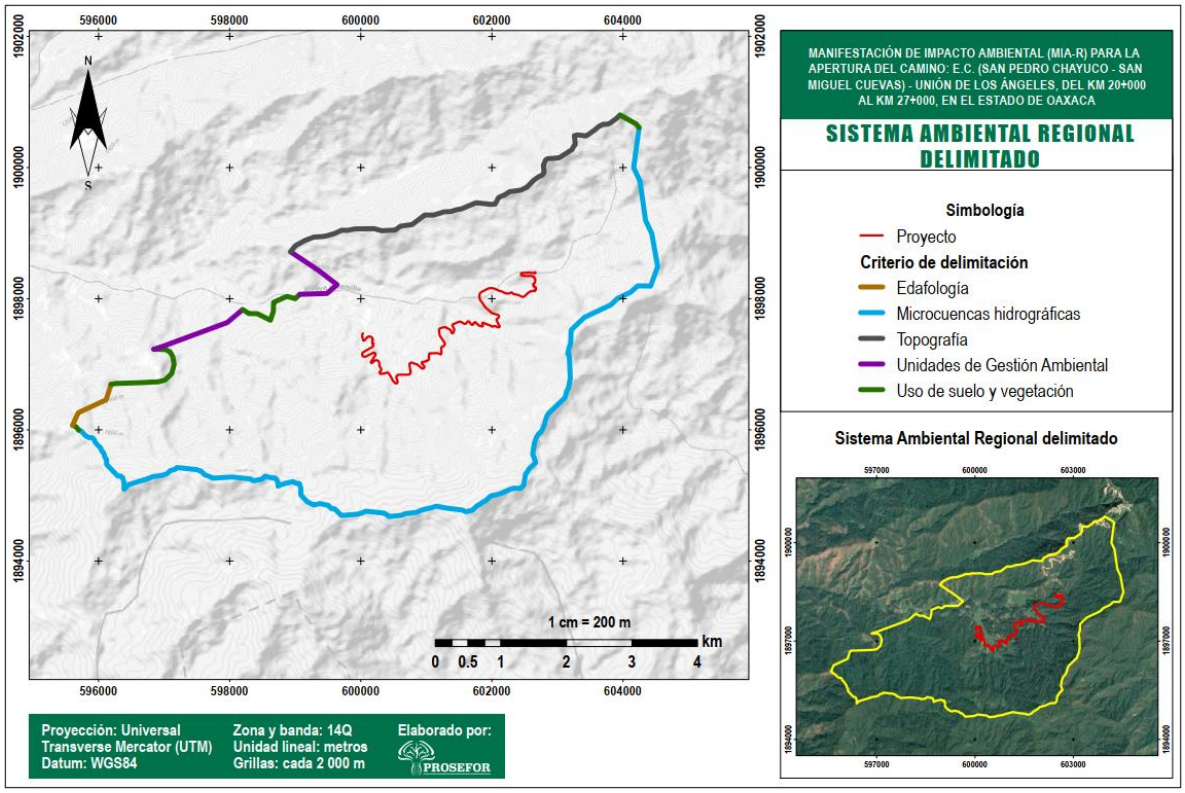


Figura III-2 Sistema Ambiental Regional delimitado.

El Sistema Ambiental Regional quedó delimitado de la siguiente manera:

- Microcuencas hidrográficas: se caracterizan por ajustar sus límites a la topografía, específicamente a los parteaguas del terreno, por lo cual, encierran un sistema hídrico funcional, y con ello, diferentes procesos, tales como el transporte de minerales del suelo, fertilización de las tierras, hábitats de fauna marina, fuente de alimentación de fauna terrestre, entre otros. El SAR quedó delimitado por la microcuenca hidrográfica en la parte sur y este, siendo este criterio el principal delimitante de los bordes del SAR.
- Uso de suelo y vegetación: dos partes del punto oeste quedaron limitados por el tipo de vegetación de la zona. Se utilizó este criterio biológico como delimitante del SAR ya que, se identificó que el proyecto pasa por tres tipos de vegetación, por lo que el SAR también encierra solamente estas tres asociaciones vegetales, de tal modo que

ambas áreas resulten ser lo más comparables posible al momento de evaluar los impactos ambientales desprendidos del proyecto.

- Edafología: debido a que el proyecto solamente tiene lugar en un solo tipo de suelo, se buscó su continuidad y se limitó el SAR hasta dónde abarca la extensión edafológica correspondiente, obteniendo así parte del límite suroeste.
- Unidades de Gestión Ambiental: el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca estableció una regionalización geográfica del estado; estas poseen condiciones de homogeneidad en aptitud del territorio, tomando como base sus atributos ambientales y socioeconómicos, por lo cual, estas UGA son aptas para tomarse como referencias para conocer el efecto de un proyecto dentro un sistema natural y social; es por ello que se tomaron los bordes la UGA 054 para delimitar parte del punto oeste del SAR.
- Topografía: en el punto norte, el límite del SAR se definió ajustándose a la topografía del terreno; específicamente se utilizó el parteaguas localizado en esta zona, el cual se pudo conocer con las curvas de nivel del conjunto de datos vectoriales de información topográfica E14D43 (San Juan Piñas), escala 1:50 000, serie III, de INEGI (2016).

  Se tomó el parteaguas como criterio de delimitación del SAR, debido a que se considera que los impactos ambientales directos e indirectos que pudieran desprenderse del proyecto no sobrepasarán de este límite físico, por lo tanto, no habrá ningún tipo de influencia negativa más allá del borde delimitado.

III.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

Se realizó revisión de bibliografía para los componentes abióticos del SAR y del área del proyecto; para la caracterización de los elementos bióticos también se realizó consulta bibliográfica y se complementó con información derivada de muestreos realizados en ambas áreas (SAR y proyecto).

III.2.1 Aspectos abióticos

III.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

De acuerdo con García y CONABIO (1998) el SAR y el área de proyecto es caracterizado por dos tipos de climas: templado húmedo (C(m)) y semicálido húmedo ((A)Cm).

El clima templado húmedo presenta una temperatura media anual que varía entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frio va de -3°C a 18°C y temperatura del mes más caliente es menor a 22°C. La precipitación en el mes más seco es menor a 40 mm, con lluvias en verano y el porcentaje de lluvias invernal es del 5% al 10.29% del total anual.

El clima Semicálido húmedo tiene una temperatura mayor a 18°C, la temperatura del mes más caliente es mayor a 22°C. La precipitación del mes más seco es mayor a 40 mm y el porcentaje de lluvia invernal va del 5% al 10.2% del total anual.

En el siguiente mapa se muestra los tipos de climas que se reportan para el área de estudio y SAR.

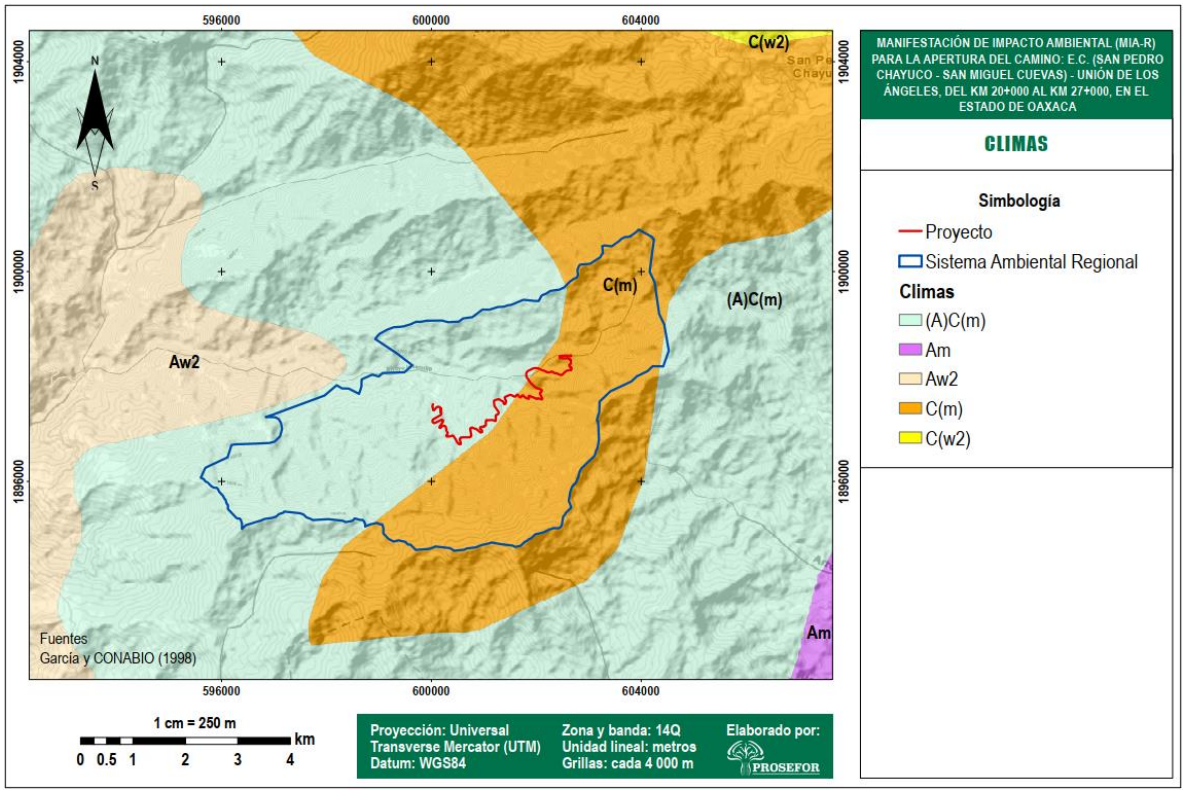


Figura III-3 Tipos de climas presentes en el SAR y el área del proyecto.

Por otra parte, se consultó las estaciones meteorológicas activas más cercanas a la ubicación del proyecto y de su sistema ambiental regional, a fin de conocer el comportamiento de los datos de precipitación y temperatura, principalmente. Las estaciones más cercanas son los que están identificados con los siguientes números: a) 20302 San Andrés Chicahuaxtla que se ubica en el municipio de Putla Villa de Guerrero y b) 12231 Rancho Viejo ubicado en el municipio de Tlacoachistlahua en el estado de Guerrero. La primera estación aunque está reportada como activa, no cuenta con datos recientes, por lo que, para fines de este proyecto, se consultó y reportó datos de la estación No. 12231.

De acuerdo con la estación climatológica referida, la precipitación total mensual del periodo 2004 – 2019, muestra que durante el mes mayo inician las lluvias con aumento en el número de eventos en junio, registrando el pico más alto en septiembre con 535.21875 mm para comenzar a disminuir en el mes de octubre. La época de sequía se presenta en el periodo diciembre - mayo, donde la precipitación no supera los 9 mm.

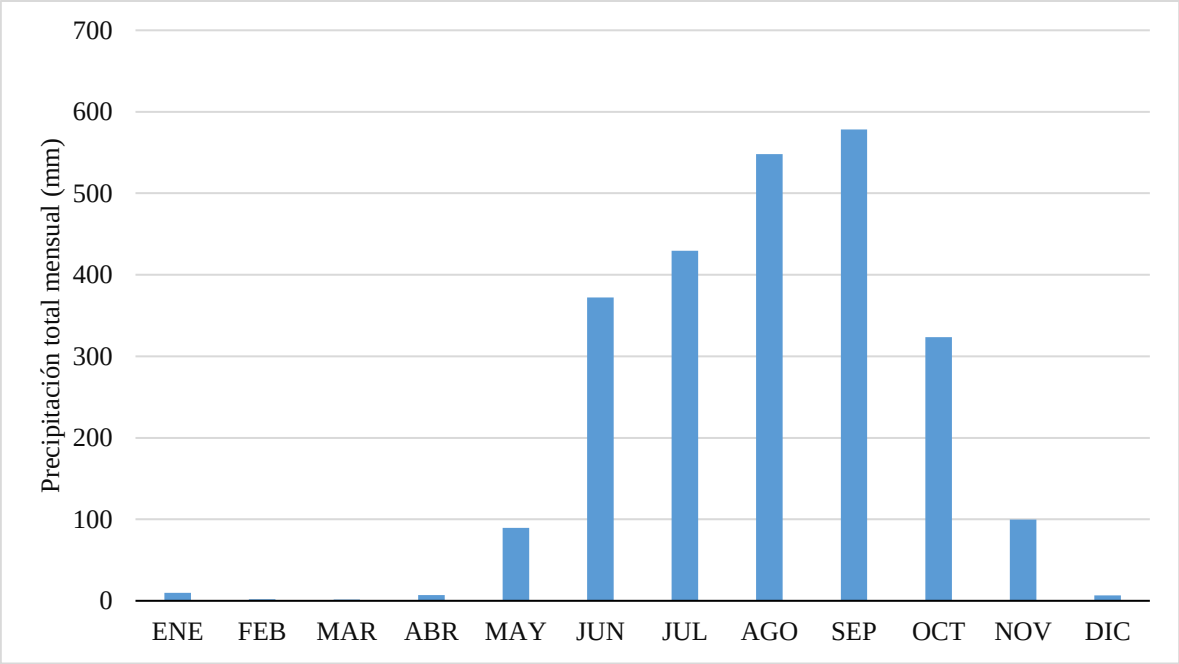


Figura III-4 Tendencia de la precipitación de acuerdo con la estación climatológica No. 12231.

En lo que respecta a la temperatura, los datos que se presentan pertenecen a un periodo del año 1998 - 2009, siendo los datos más recientes que presenta la estación climatológica No. 12231; donde los máximos valores se encuentran en el mes de agosto como se muestra en la gráfica siguiente. La temperatura no sobrepasa los 27°C y las temperaturas bajas no descienden más de 24.7 °C que son los que se presentan en el mes de enero.

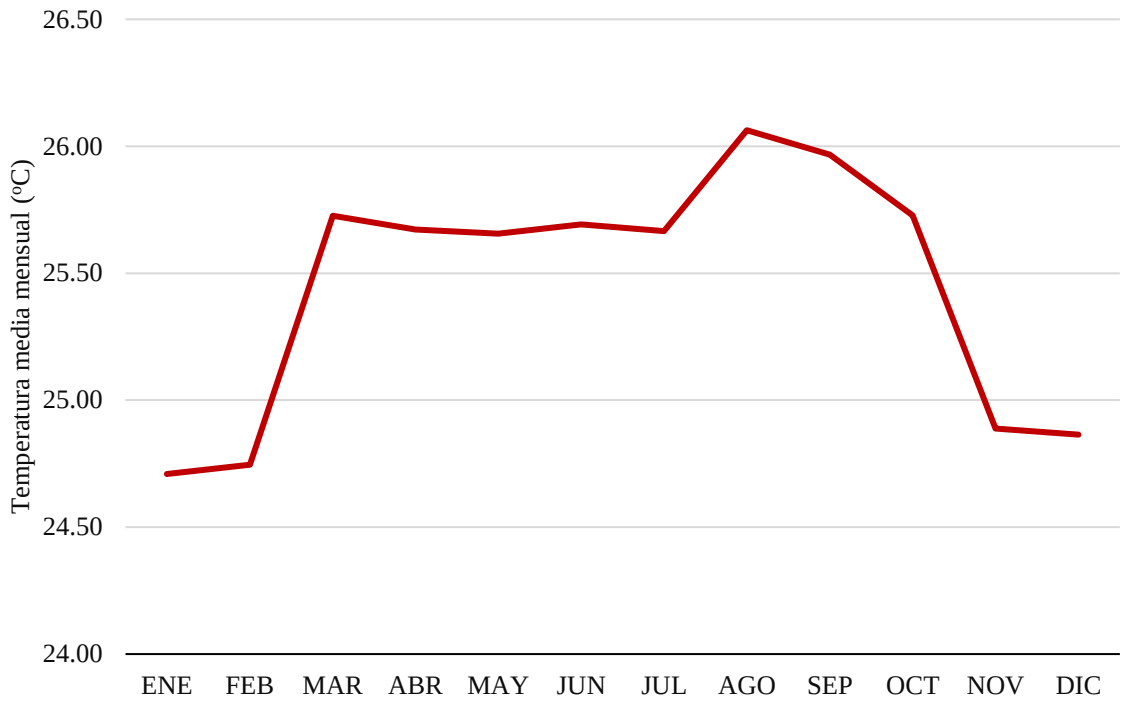


Figura III-5 Tendencia de la temperatura de acuerdo con la estación climatológica No. 12231 del periodo 1998 a 2009.

III.2.1.2 Geología y geomorfología

- **Geología**

Como se muestra en la siguiente imagen, el Sistema ambiental regional se encuentra en dos unidades cronoestratigráficas cuyas edades abarcan desde el periodo paleozoico hasta el cenozoico. Estas unidades están formadas por rocas ígneas y metamórficas. La primera unidad que también caracteriza al área del proyecto es paleozoico esquisto y la segunda cenozoico ígnea.

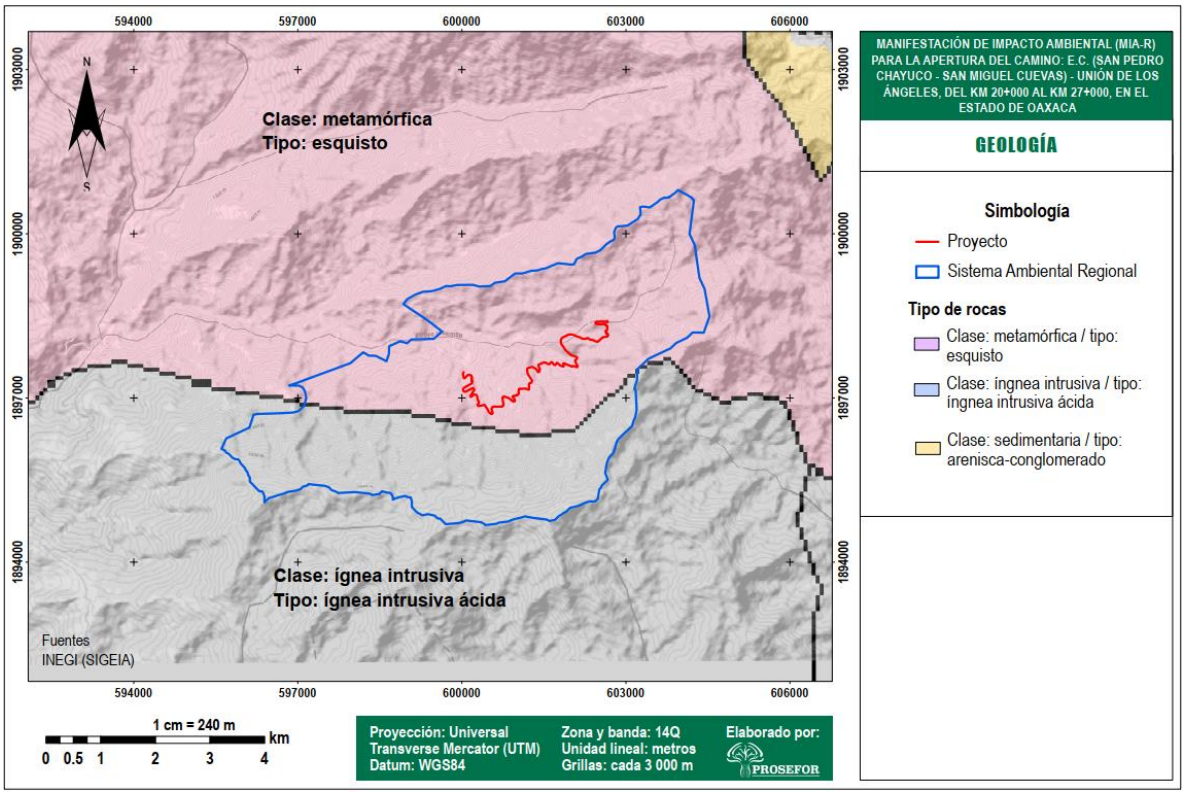


Figura III-6 Geología del SAR y del área de estudio.

INEGI (2004) indica que los afloramientos de la unidad paleozoico esquisto geomorfológicamente forman cerros y sierras de baja altitud con pendientes suaves y se distribuyen sobre todo en las porciones noroccidental y occidental del estado de Oaxaca. Las rocas ígneas intrusivas ácidas del terciario incluyen sobre todo granito, granodiorita, granito-granodiorita y granodiorita-tonalita, su relieve es de sierras altas de pendientes abruptas.

- **Provincia Fisiográfica**

El SAR junto con el área del proyecto se ubican en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, Hubp y Córdova (1992) la describen como un sistema montañoso de estructura compleja, pero homogéneo por su extensión territorial. Es el sistema montañoso más complejo del país, por la variedad de las rocas y estructura que lo constituyen: intrusivas, volcánicas, sedimentarias y metamórficas.

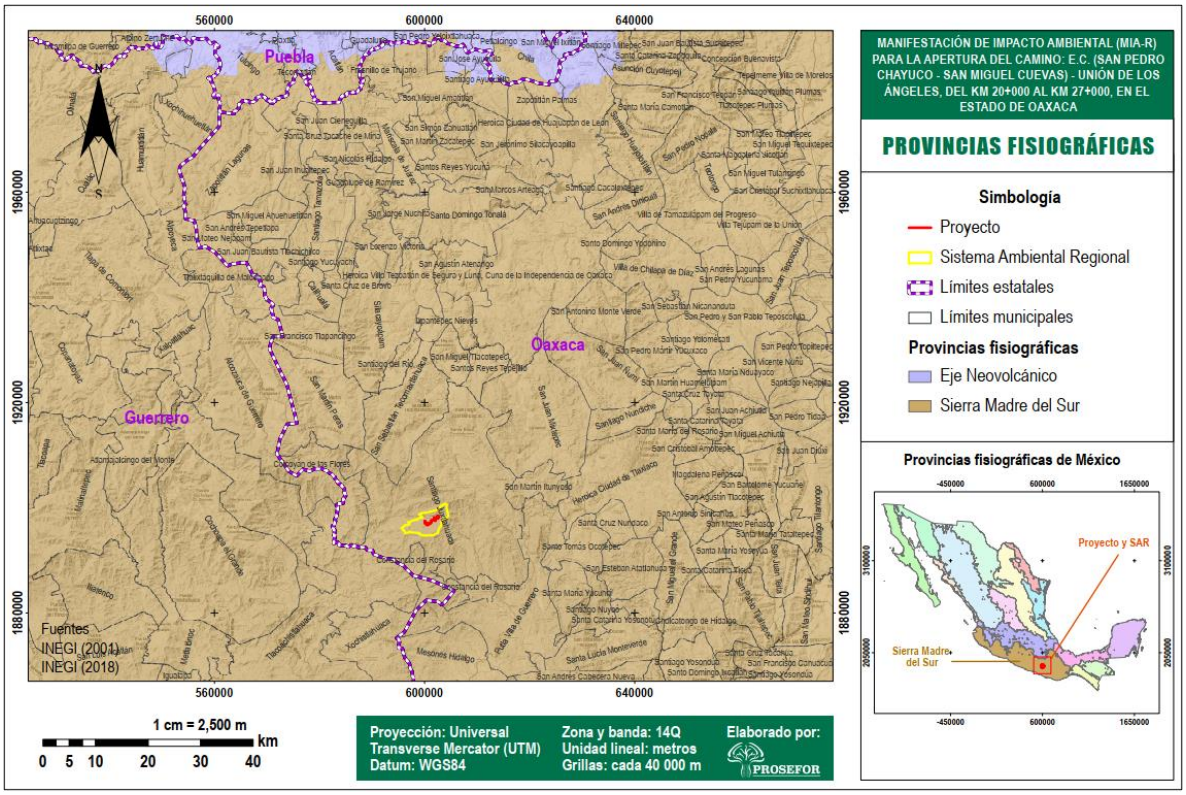


Figura III-7 Ubicación del SAR y el proyecto en la Provincia Fisiográfica.

INEGI (2004) reporta que esta provincia tiene una longitud aproximada de 1 200 km y un ancho medio de 100 km, comprende 79.82% del territorio estatal, a través de fracciones de las subprovincias: Sierras Orientales, Cordillera Costeras del Sur, Costas del Sur, Sierras Centrales de Oaxaca, Sierras y Valles de Oaxaca y Mixteca Alta.

- **Subprovincia fisiográfica**

La subprovincia fisiográfica a la que pertenece el SAR es la Cordillera Costera del Sur, que la caracteriza su complejidad geológica y se refleja en su litología: calizas del cretácico en el occidente con ígnea intrusivas al norte, ígneas intrusivas y extrusivas hacia el oriente y fuerte dominancia metamórfica en todo el este. Tiene alturas sobre el nivel del mar que en diversos puntos exceden los 2 000 m, con un máximo de 3 400 m en Cerro Culebra al noreste de Acapulco y 3 600 m en el cerro Quiexobee en Oaxaca (INEGI, 2004).

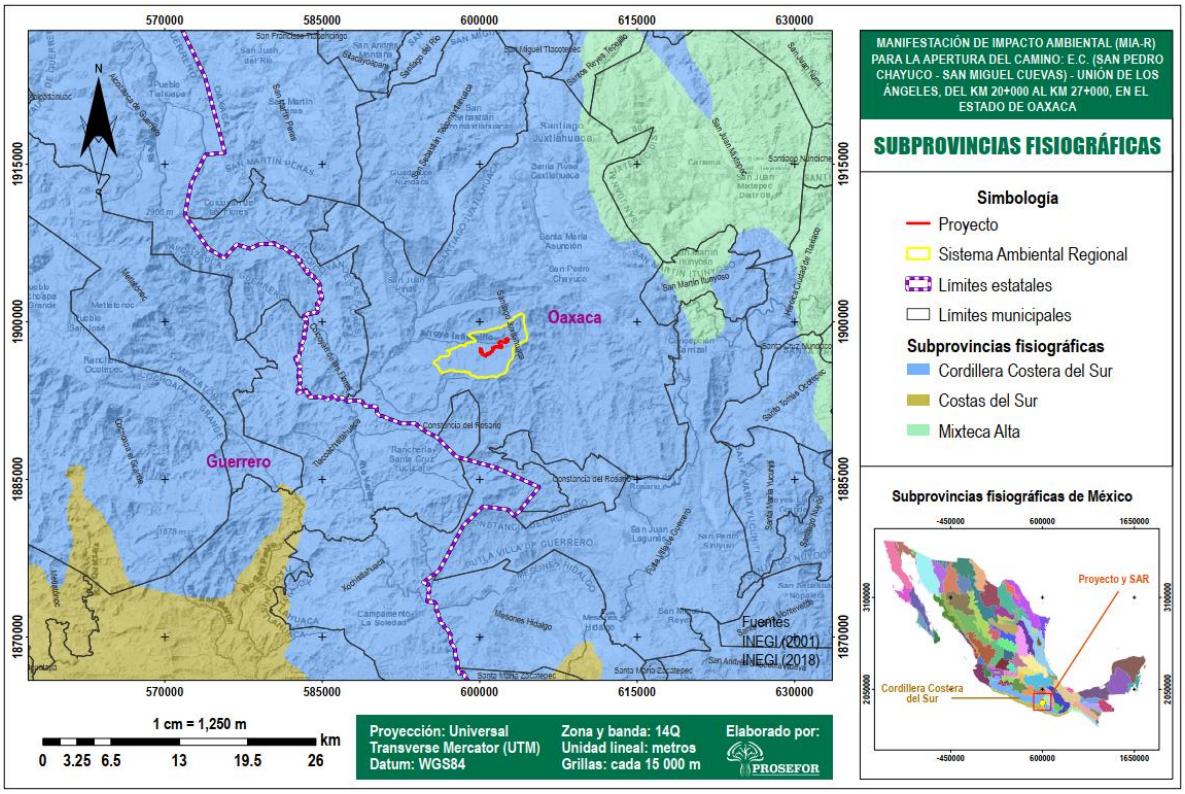


Figura III-8 Subprovincia fisiográfica en la que se encuentra inmerso el proyecto y su SAR.

- **Geomorfología**

De acuerdo a los datos fisiográficos de INEGI (2001), el sistema ambiental regional se encuentra dentro del sistema de topoformas de tipo Sierra, denominada Sierra Alta Compleja.

INEGI (2004) refiere que la Sierra Alta Compleja comprende los alrededores de Santos Reyes Yucuná, del occidente y oriente de Calihualá al oeste de La Reforma y La Independencia, de Santiago Ixtayutla al sureste de Santiago Tetepec, de Tataltepec de Valdés a Santa Catarina Juquila, San Andrés Paxtlán y el oriente de Pluma Hidalgo.

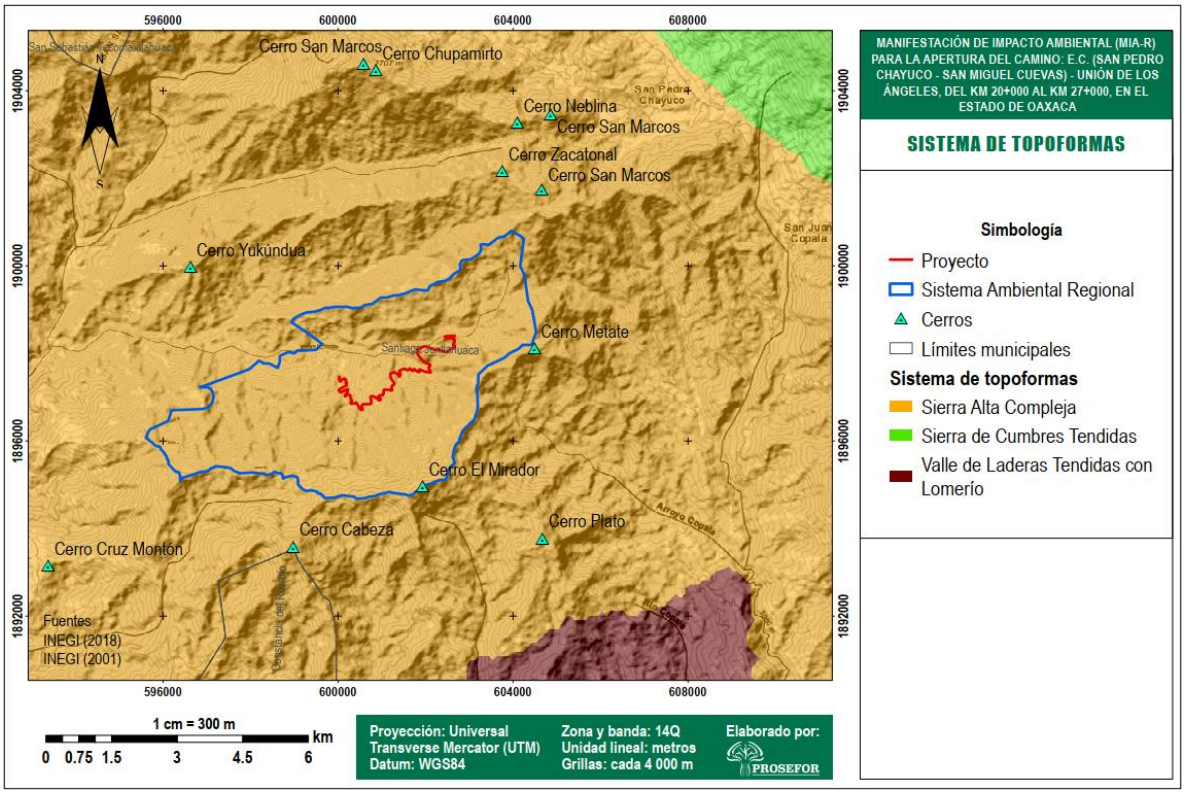


Figura III-9 Sistemas de topoformas del SAR y el área del proyecto.

De acuerdo con INEGI (2015) en el conjunto de datos vectoriales de información topográfica la superficie terrestre del SAR está conformado por diferentes elevaciones, debido a que se ubica en una zona de Sierras altas con altitudes medias con respecto al nivel del mar, estas altitudes van desde los 1 100 a 2 660 m, para el área del proyecto la elevación máxima que reporta es de 2 000 m, las elevaciones que se presentan en el SAR se observan en la figura siguiente.

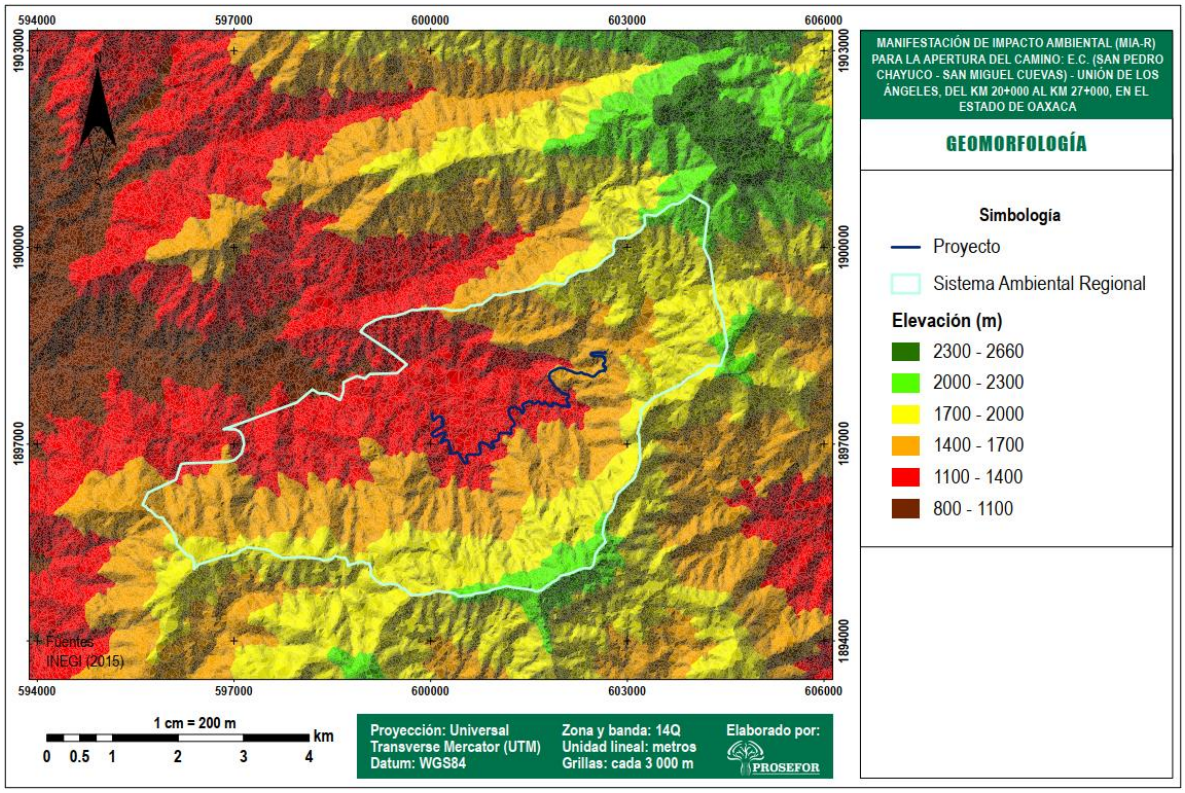


Figura III-10 Geomorfología del SAR y del área del proyecto.

Aunque las condiciones orográficas de la zona de estudio de acuerdo con el sistema de topoformas son del tipo Sierra, lo cual podría aumentar los impactos que se generarán por la apertura de la carretera. Sin embargo, la construcción de este proyecto es indispensable por todos los beneficios sociales que resultarían de ella debido a que hay comunidades que se encuentran totalmente incomunicadas, y con este proyecto se les dotaría de una vía de comunicación terrestre que además de mantenerlos comunicados impulsaría el desarrollo de la región por medio del acceso a los diferentes servicios básicos.

- **Pendientes**

Se identificó que el nivel de pendiente del Sistema ambiental regional va desde zonas con 0 hasta 140%. Para el área del proyecto presenta niveles que van desde 0 a 80% de pendiente, de manera gráfica se presenta en la siguiente figura.

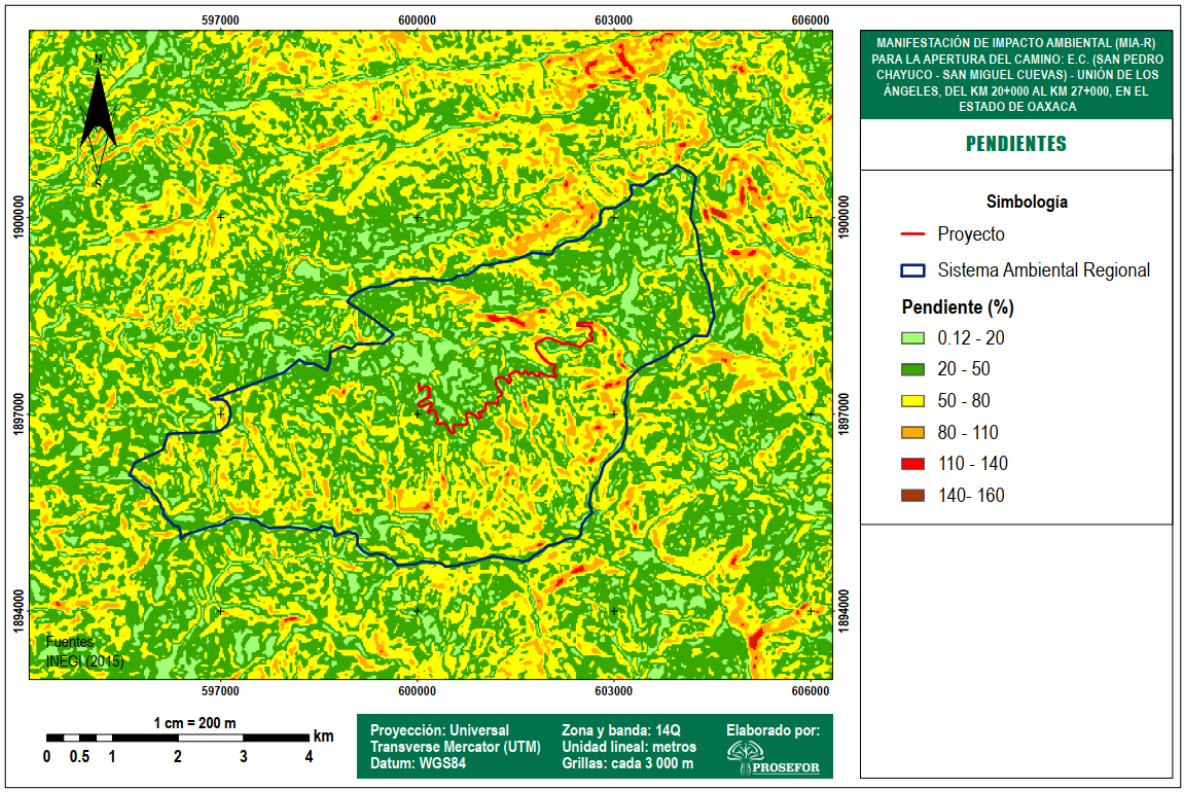


Figura III-11 Pendientes en el SAR y el área del proyecto.

Debido a que el terreno presenta pendientes pronunciadas, se construirán obras de drenaje que permitirán el libre tránsito de las aguas sin generar afectaciones tales como la generación de cárcavas.

- **Fallas y fracturas**

En el SAR se localiza una fractura con dirección este-oeste, la cual tiene una longitud de 11 863.876 m. Debido a que el estado de Oaxaca es conocido por su alta actividad sísmica, es caracterizado por tres de las cuatro zonas sísmicas: media (B), alta (C) y muy alta D, el SAR se localiza en la zona D que tiene un nivel de peligro "muy alto", donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y el suelo puede sobrepasar el 70% de la aceleración (Protección Civil de Oaxaca). A pesar de estas condiciones CENAPRED (2012) reporta que el SAR se encuentra ubicado en una zona libre de sufrir algún riesgo por deslizamiento de laderas, la zona potencial más cercana es la Pacífico Sur que se localiza a 23.43 km de distancia en línea

recta, de igual manera, está catalogada como una zona sin riesgo de peligro por inundaciones y el volcán más cercano es el Popocatépetl que se encuentra a 211.08 km de distancia.

El proyecto al no ubicarse en zonas con algún tipo de riesgo, como los ya citados, favorece la apertura de la carretera al no representa riesgos para esta actividad.

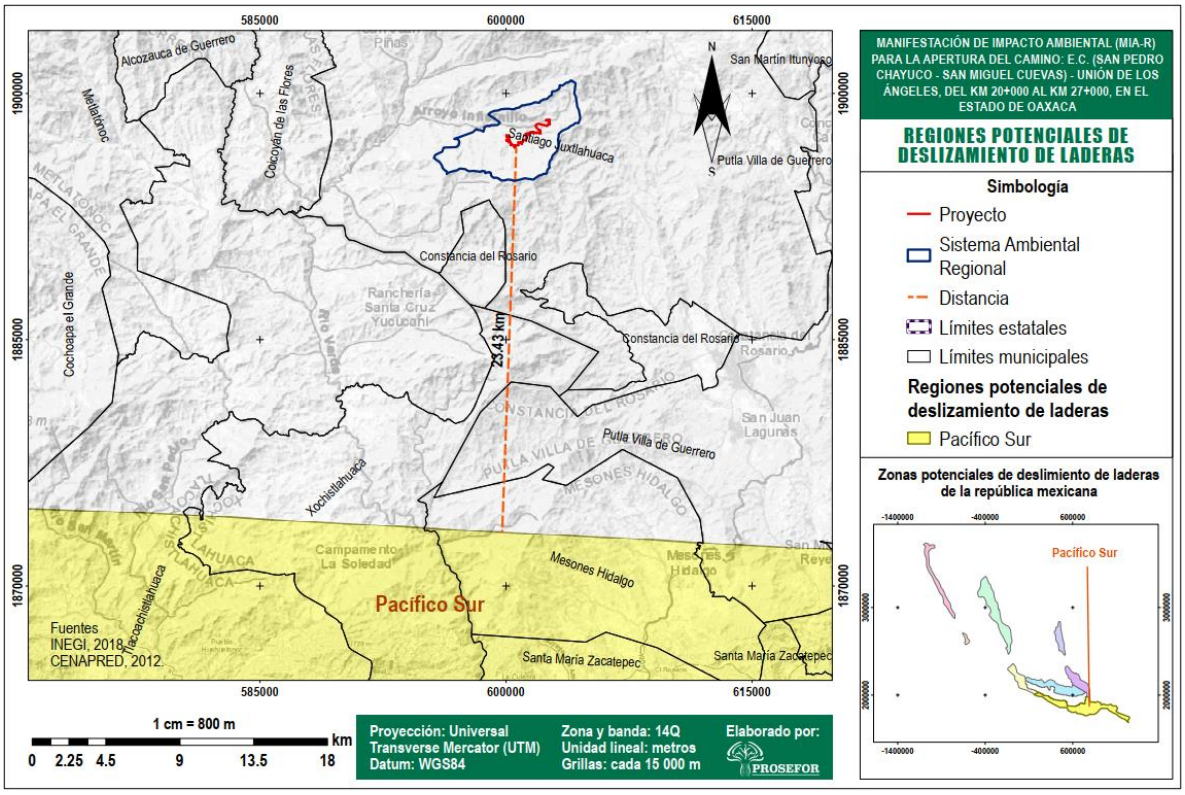


Figura III-12 Ubicación de zonas potenciales a deslizamientos de laderas con respecto al SAR y proyecto.

III.2.1.3 Suelos

Derivado del conjunto de datos vectoriales edafológicos del INEGI (2001), el Sistema ambiental regional (SAR) y el área del proyecto son caracterizados por la presencia de un tipo de suelo, el cual corresponde a Leptosol (LP) como se puede observar en la figura siguiente.

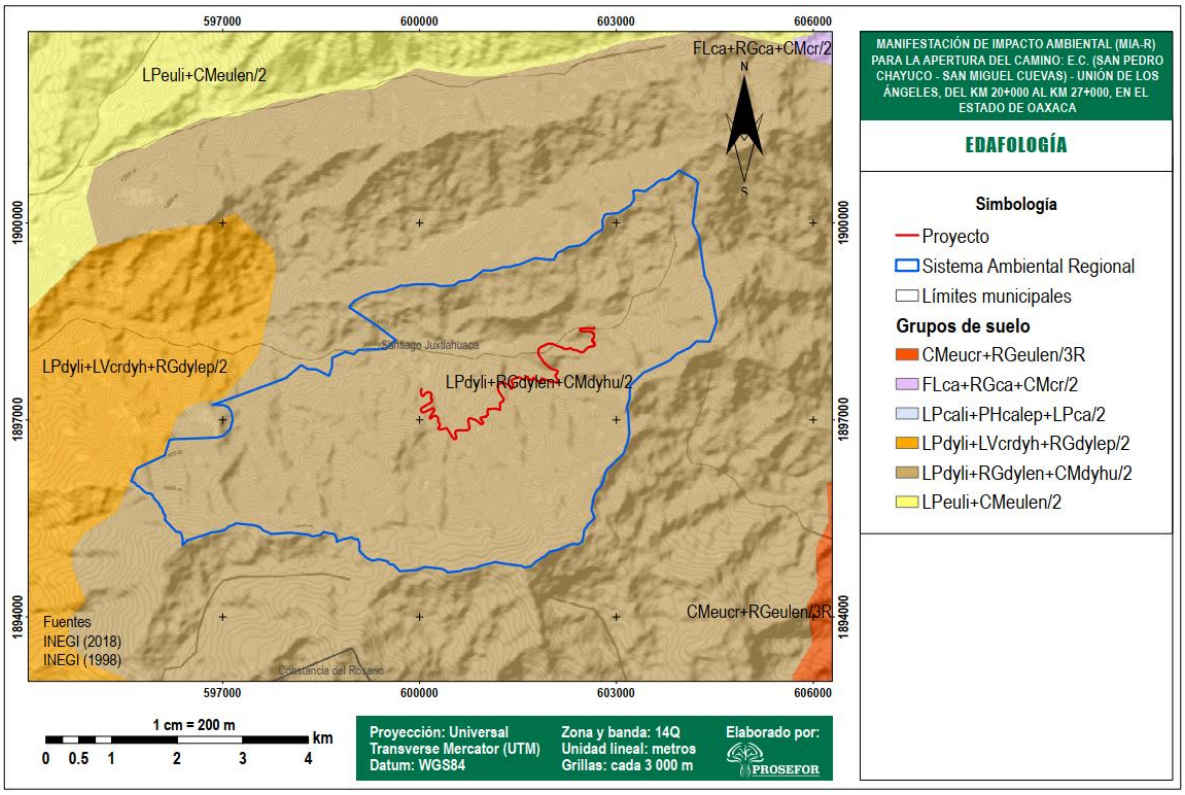


Figura III-13 Mapa de suelo para SAR y proyecto.

De acuerdo con el sistema de clasificación WRB, la clave de la unidad edafológica que caracteriza el SAR es LPdyli+RGdylen+CMdyhu/2. Basados en la información de FAO e INEGI (2008 y 2011), se realizará una interpretación de la unidad edafológica presente, en la cual se abordará el tipo de suelo, la textura y las limitantes físicas que se encuentran.

En el área de estudio se encuentran tres Grupos de suelo de referencia (GRS): leptosol (LP), regosol (RG) y cambisol (CM). Los tres grupos de suelo se caracterizan por ser pobres en calcio, magnesio y potasio en la mayor parte del suelo, tienen un pH ácido y se presentan húmedos la gran parte del año. El GRS dominante (leptosol) es delgado con menos de 25 cm de espesor, se encuentra a 10 cm de profundidad ubicado sobre roca dura y continua y es un suelo con enraizamiento limitado. El GRS secundario (regosol) tiene una profundidad entre 50-100 cm, es un suelo mineral, es pedregoso y de color claro. El GRS menos dominante (cambisol) suelen ser suelos jóvenes, con acumulaciones moderadas de calcio, fierro manganeso y arcilla, generalmente de color obscuro. La textura más frecuente en los suelos de SAR es media, con francos equilibrados en el contenido de arena, arcilla y limo.

El suelo es un elemento de vital importancia para cualquier tipo de construcción, tal es el caso del proyecto que nos ocupa, además de la relevancia que representa en los diferentes procesos ecológicos, por ello, el promovente y/o la empresa constructora estarán obligados a implementar medidas tanto de prevención como de mitigación para evitar la ocurrencia de impactos negativos, sobre todo en aquellas áreas que no forman parte del proyecto.

III.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea

- **Hidrología superficial**

El SAR y el proyecto se localizan en la región hidrológica Costa Chica-Rio Verde (RH20), la cuenca R. Ometepec o Grande (RH20C) y la subcuenca R. San Miguel (RH20Cb).

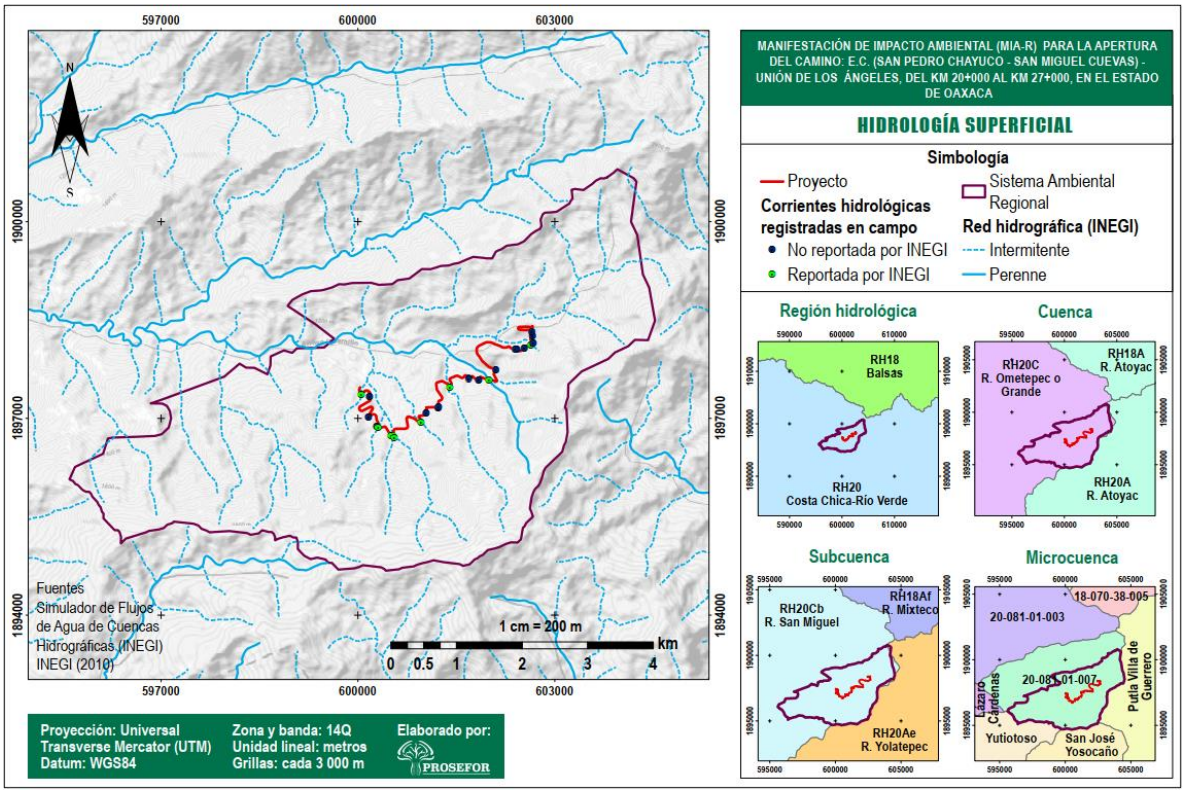


Figura III-14 Regiones hidrológicas en donde se encuentra el SAR y el proyecto.

INEGI (2004) reporta que la región hidrológica Costa Chica-Rio Verde (RH20) se encuentra en la porción suroeste del estado de Oaxaca, el área cubre una extensión de aproximadamente

24.14% del territorio estatal, la precipitación media anual promedio para esta región se estima del orden de 1 226.9 mm.

La cuenca R. Ometepec o Grande (C) cubre 2.56% de la porción occidental del estado de Oaxaca. Dominan las formas suaves de la Sierra Madre del Sur, cerros bajos y lomerío con valles cerca de la planicie costera, los registros de precipitación anual alcanzan en promedio los 2 000 mm, lo que significa que recibe un volumen aproximado a los 4 828 mm^3, de ellos escurre el 28.2%, es decir, 1 361.5 mm^3. Predominan suelos permeables a excepción de la zona norte donde se encuentran amplias extensiones de rocas impermeables.

La red de drenaje que caracteriza el SAR tiene una morfología dendrítica pues las corrientes que lo conforman muestran una organización jerárquica, estas corrientes son del tipo perenne e intermitente. Como se muestra en la figura anterior, el área del proyecto se cruza con diferentes corrientes intermitentes y tiene un cruce con una corriente perenne.

Con la finalidad de no generar impactos en las corrientes por las que pasa el proyecto, se implementarán diferentes medidas de prevención:

a) **Colocación de contenedores para el almacenamiento de RSU.** Esta medida es indispensable, para evitar la contaminación de las diferentes corrientes intermitentes y permanentes por la que pasará el proyecto, considerando que habrá personas laborando en las diferentes fases del mismo. Además se prohibirá el arrojamiento de residuos sólidos urbanos en las corrientes.
b) **Instalación de sanitarios portátiles.** Debido a que el trazo del proyecto pasa por varias corrientes, que aunque en su mayoría son del tipo intermitente, el recurso agua podrá ser afectado por la presencia del personal que estará laborando en las diferentes etapas del proyecto; para evitar efectos negativos, se deberá arrendar sanitarios móviles con una empresa que brinde dicho servicio y que además cuente con los permisos y autorizaciones necearías para realizar el manejo, tratamiento y descarga de las aguas residuales en sitios autorizados.
c) **Mantenimiento preventivo y periódico de la maquinaria a utilizar.** El uso de maquinaria pesada puede contaminar el recurso hídrico por derrame de combustible

accidental si no se consideran las medidas necesarias. Un forma de evitar este efecto es manteniendo en buen estado toda la maquinaria que será utilizada para la apertura de la carretera. Además de contar con un kit de emergencia en caso de derrames accidentales.

d) Construcción de cunetas. Las cunetas como tal forman parte del proceso constructivo del proyecto, sin embargo tendrán una función primordial en el manejo de la escorrentía superficial al conducirla hacia las corrientes más cercanas, por ende evitarán la conformación de cárcavas, además de la conservación de la carretera.

- **Hidrología subterránea**

El SAR se encuentra dentro de una zona donde se encuentra dos acuíferos: Cuajinicuilapa (1235) y Jamiltepec (2004). El área del proyecto solo se encuentra dentro del acuífero Cuajinicuilapa.

CONAGUA (2020) reporta que el acuífero de Cuajinicuilapa abarca un área de 1,800 km^2, y corresponde a la porción baja de la planicie costera de la cuenca de los ríos Grande y Cortijos. El acuífero de Jamiltepec cubre una superficie de 11.992 km^2, el uso principal del agua es agrícola, el territorio que cubre el acuífero se localiza parte del Distrito de Riego denominado Río Verde-Progreso. En el cuadro siguiente se presenta la disponibilidad de aguas subterráneas para cada acuífero donde se ubica el SAR.

Cuadro III-1. Disponibilidad de agua subterránea de acuíferos.

Nombre de acuífero (clave)	Condición	Disponibilidad media anual de aguas subterráneas (hm^3/año)	Descarga natural comprometida (hm^3anuales)	Recarga media anual (hm^3/año)	Volumen de extracción de aguas subterráneas (hm^3anaules)
Cuajinicuilapa (1235)	No sobreexplotado, con disponibilidad de agua subterránea	112.06056	30	10	37.93944

Nombre de acuífero (clave)	Condición	Disponibilidad media anual de aguas subterráneas (hm^3/año)	Descarga natural comprometida (hm^3anuales)	Recarga media anual (hm^3/año)	Volumen de extracción de aguas subterráneas (hm^3anaules)
Jamiltepec (2004)	No sobreexplotado, sin disponibilidad de agua subterránea	-20.300169	35	61.3	15.432557

Pese que el área donde se realizará el proyecto tiene disponibilidad de agua subterránea, esta no se verá afectada ni en calidad ni en cantidad por la apertura de la carretera.

III.2.2 Aspectos bióticos

III.2.2.1 Vegetación terrestre

El INEGI (2018) por medio del conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación de reporta que el Sistema Ambiental Regional y el área del proyecto presenta tres tipos de vegetación: Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino, Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña como se aprecia en la siguiente figura.

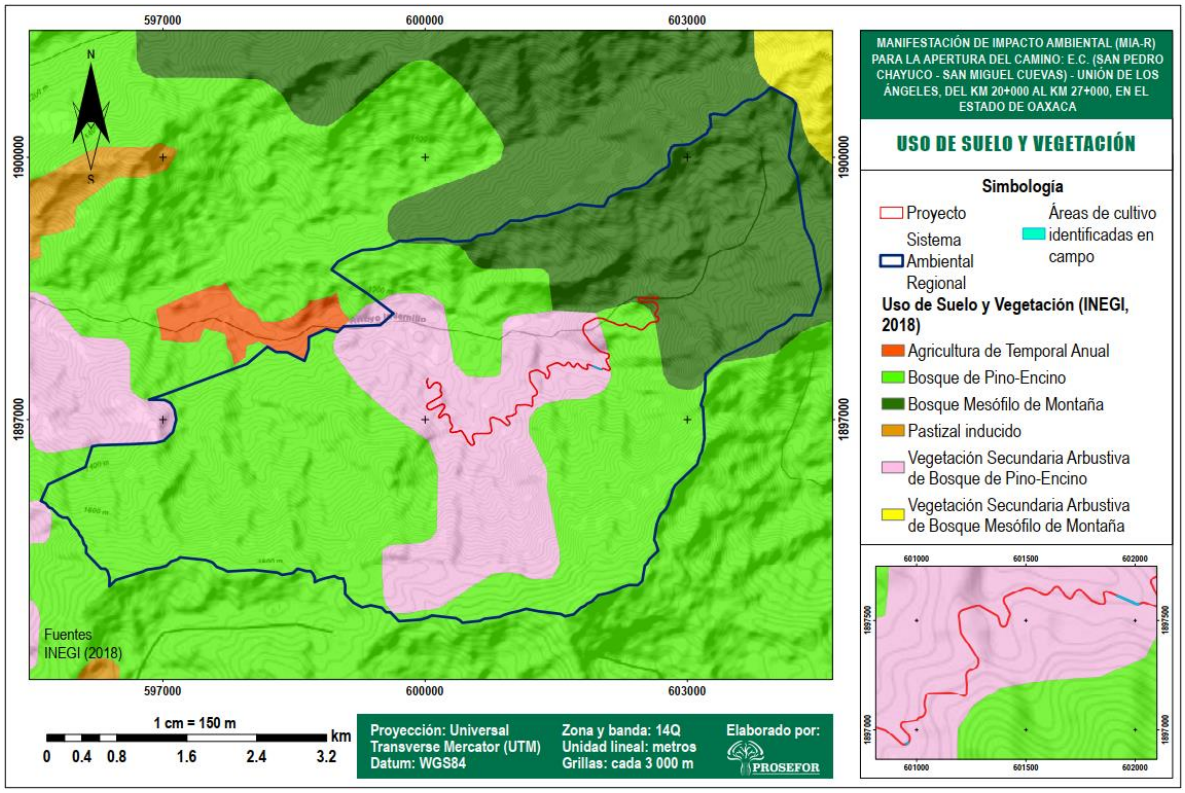


Figura III-15 Uso de suelo y vegetación en el SAR y proyecto.

Por medio de los estudios de campo se corroboró que tanto el SAR como el proyecto sí presentan estos tipos de vegetación, sin embargo, en el trazo donde se aperturará la carretera se encontraron dos fracciones de terrenos identificados como áreas de cultivo. Como parte del trabajo en campo, se presentan evidencias fotográficas de la vegetación encontrada en el área del proyecto.



Figura III-16 Evidencia de la vegetación encontrada en el área de estudio.

Para conocer las especies florísticas de la zona de estudio, se realizó revisión de literatura. Derivado de esta búsqueda se sabe que no se han realizado estudios florísticos en el municipio de Santiago Juxtlahuaca; la única fuente de información en este rubro, es la plataforma digital *Enciclovida* de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Esta plataforma reporta en total a 982 especies de flora con registro para el municipio de Santiago Juxtlahuaca, el listado completo de especies se presenta en el *Anexo 1 "Lista de especies reportadas para Santiago Juxtlahuaca"*. Las especies con más número de registros son los que se listan en el cuadro siguiente:

Cuadro III-2. Especies con mayor número de registro en Santiago Juxtlahuaca de acuerdo con la plataforma digital enciclovida.

Nombre científico	Nombres comunes	Familia	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus en Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)	Tipo distribución	Ambiente	Número de registros
Euphorbia xalapensis		*Euphorbiaceae*			Nativa	Terrestre	13
Cyathea fulva	Helecho	*Cyatheaceae*	Sujeta a protección especial (Pr)		Nativa	Terrestre	11
Triumfetta speciosa		*Malvaceae*			Nativa	Terrestre	16
Oreopanax xalapensis	Acubisi	*Araliaceae*		Preocupación menor (LC)	Nativa	Bosque mesófilo de montaña, Terrestre	18
Liquidambar styraciflua	Alamillo	*Altingiaceae*		Preocupación menor (LC)	Nativa	Terrestre	12
Byrsonima crassifolia	Arrayán	*Malpighiaceae*		Preocupación menor (LC)	Nativa	Hábitat, Bosque de pino-encino, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Sabana, Terrestre	13
Miconia mexicana	Ajate'es	*Melastomataceae*			Nativa	Terrestre	16
Trichilia havanensis	Bola de ratón	*Meliaceae*		Preocupación menor (LC)	Nativa	Bosque mesófilo de montaña, Bosque tropical caducifolio, Terrestre	17
Salvia cinnabarina		*Lamiaceae*			Nativa	Terrestre	18
Hyptis oblongifolia		*Lamiaceae*		Preocupación menor (LC)	Nativa	Terrestre	11
Zeugites americanus		*Poaceae*			Nativa	Terrestre	16
Zea mays	icú	*Poaceae*		Preocupación menor (LC)	Nativa	Terrestre	39
Alloispermum integrifolium		*Asteraceae*			Nativa	Terrestre	14

Nombre científico	Nombres comunes	Familia	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Estatus en Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)	Tipo distribución	Ambiente	Número de registros
Trigonospermum melampodioides		*Asteraceae*			Nativa	Terrestre	11
Solanum lanceolatum	Berenjena	*Solanaceae*		Preocupación menor (LC)	Nativa	Terrestre	26

De las especies con mayor número de registro en el municipio de Santiago Juxtlahuaca, sólo una está listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se trata de un helecho (*Cyathea fulva*) que está Sujeta a Protección Especial.

Además de la consulta bibliográfica, se realizaron muestreos en el Sistema Ambiental Regional y en el área que ocupará el proyecto.

Metodología empleada para el muestreo florístico

El diseño de muestreo utilizado para el muestreo de las especies florísticas tanto en el predio como en el sistema Ambiental Regional, fue el muestreo estratificado aleatorio. Se establecieron sitios circulares de 38 m^2 en donde se registraron especies de los estratos arbóreo y arbustivo, además de otras formas de vida; las especies herbáceas se muestrearon en sitios cuadrados de 1 m^2 y regeneración en sitios cuadrados de 4 m^2. La forma y tamaño de los sitios utilizados es como se muestra en la figura siguiente.

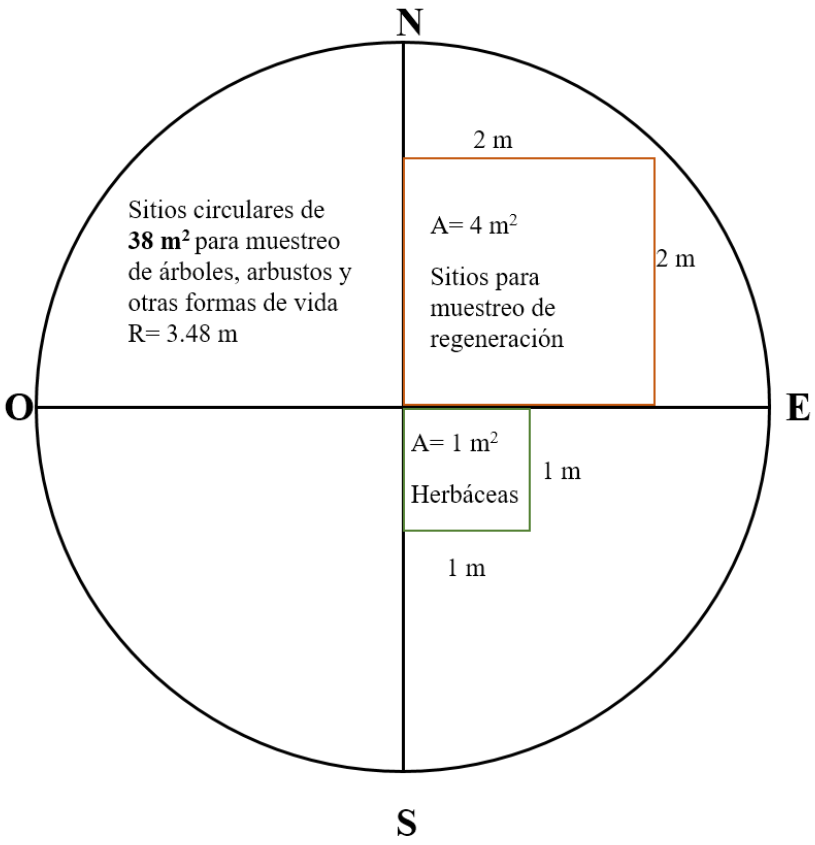
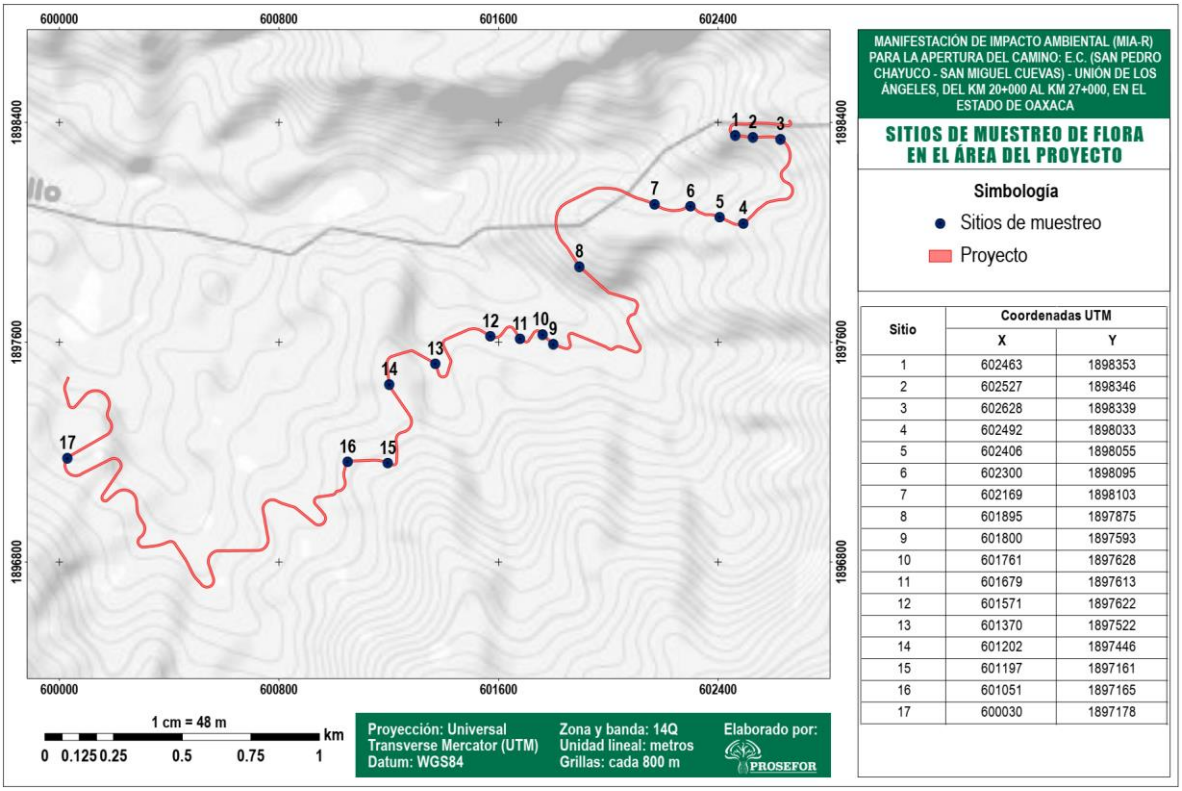


Figura III-17 Forma y tamaño de los sitios de muestreo utilizado.

Tanto en el predio como en el Sistema Ambiental Regional se establecieron 17 sitios de muestreo, de los cuales, 4 fueron en Bosque de Pino-Encino, 3 en Bosque Mesófilo de Montaña y 10 en Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino.

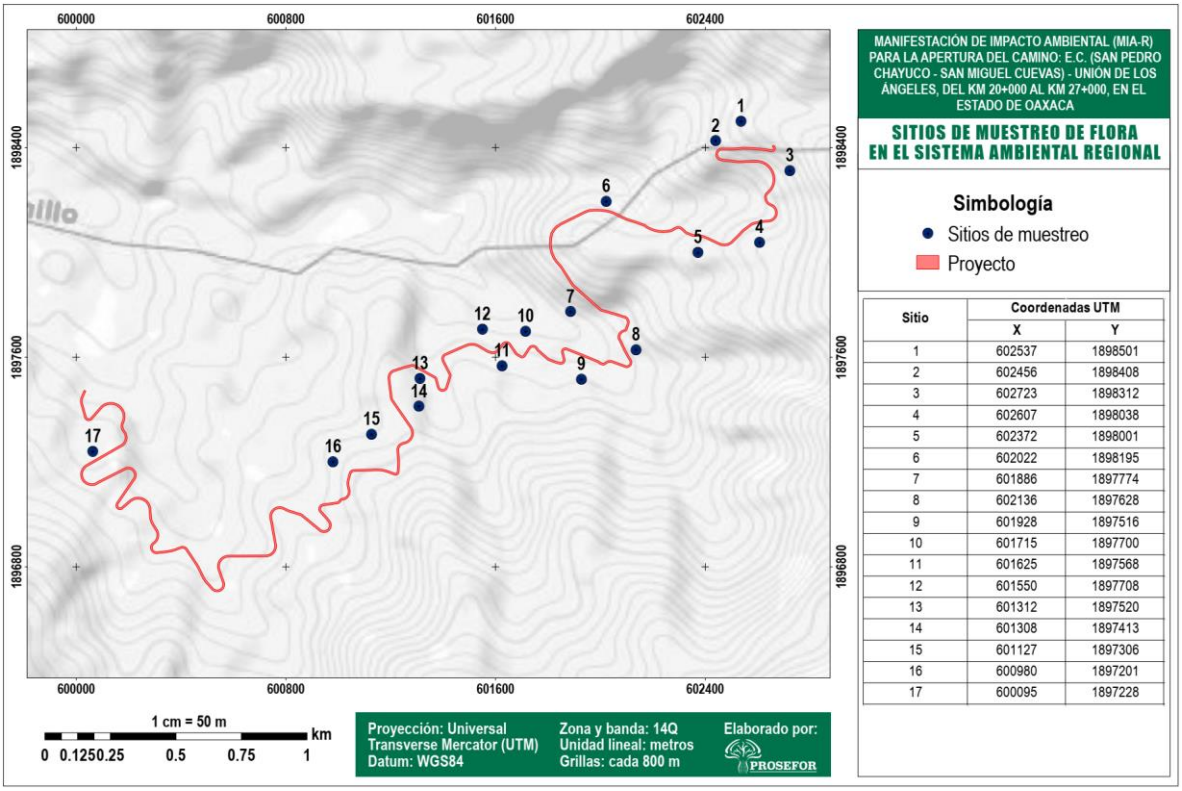
Uno de los criterios utilizados para el muestreo de los estratos arbóreo y arbustivo tanto en SAR como en proyecto fue el Diámetro Normal; en el estrato arbóreo se consideraron aquellos individuos que tuvieron como diámetro normal mayor o igual a 7.5 cm, mientras que el estrato arbustivo se compone de individuos con diámetros normales que van de 2.5 cm hasta 7.49 cm.

La ubicación de los sitios de muestreo, es como se aprecia en las figuras siguientes:



Sitio	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	602463	1898353
2	602527	1898346
3	602628	1898339
4	602492	1898033
5	602406	1898055
6	602300	1898095
7	602169	1898103
8	601895	1897875
9	601800	1897593
10	601761	1897628
11	601679	1897613
12	601571	1897622
13	601370	1897522
14	601202	1897446
15	601197	1897161
16	601051	1897165
17	600030	1897178

Figura III-18 Ubicación de los sitios de muestreo en predio.



Sitio	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	602537	1898501
2	602456	1898408
3	602723	1898312
4	602607	1898038
5	602372	1898001
6	602022	1898195
7	601886	1897774
8	602136	1897628
9	601928	1897516
10	601715	1897700
11	601625	1897568
12	601550	1897708
13	601312	1897520
14	601308	1897413
15	601127	1897306
16	600980	1897201
17	600095	1897228

Figura III-19 Ubicación de los sitios de muestreo en SAR.

En los siguientes apartados se presenta los resultados del muestreo realizado a nivel SAR como nivel proyecto.

Resultados del muestreo en SAR

El análisis de los datos registrados en el SAR dio a conocer que en esta área se encontraron 10 especies del estrato arbóreo, 11 del arbustivo, 8 en el grupo de regeneración y 4 especies de otras formas de vida.

En el siguiente cuadro se indican el número de especies por estrato o grupo registrado en el SAR, así como su abundancia y su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro III-3. Especies de flora registradas en SAR.

Estrato	Número	Especie	Nombre común	Abundancia	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Arbóreo	1	*Clethra hartwegii*	Clethra hartwegii	7	-
	2	*Comarostaphylis longifolia*	Madroño	1	-
	3	*Guarea grandifolia*	Cedrillo	2	-
	4	*Hedyosmum mexicanum*	Palo de agua	1	-
	5	*Pinus chiapensis*	Acalocote	5	Pr
	6	*Pinus maximinoi*	Pino candelillo	27	-
	7	*Quercus candicans*	Encino blanco	1	-
	8	*Quercus castanea*	Encino blanco	1	-
	9	*Quercus martinezii*	Encino blanco	2	-
	10	*Quercus salicifolia*	Encino amarillo	3	-
Total				**50**	
Arbustivo	1	*Clethra hartwegii*	Clethra hartwegii	2	-
	2	*Heliocarpus americanus*	Jonote	3	-
	3	*Meliosma dentata*	Jaboncillo	2	-
	4	*Miconia gracilis*	Miconia gracilis	6	-
	5	*Pinus chiapensis*	Acalocote	1	Pr
	6	*Pinus maximinoi*	Pino candelillo	1	-
	7	*Quercus candicans*	Encino blanco	3	-
	8	*Quercus elliptica*	Encino	3	-
	9	*Quercus martinezii*	Encino blanco	6	-
	10	*Quercus salicifolia*	Encino amarillo	1	-
	11	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	1	-
Total				**29**	
Regeneración	1	*Colubrina elliptica*	Amole	1	-
	2	*Guarea grandifolia*	Cedrillo	1	-
	3	*Pinus chiapensis*	Acalocote	1	Pr
	4	*Pinus maximinoi*	Pino candelillo	1	-
	5	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	1	-
	6	*Quercus martinezii*	Encino blanco	2	-
	7	*Quercus salicifolia*	Encino amarillo	2	-
	8	*Ulmus mexicana*	Olmo mexicano	1	-

Estrato	Número	Especie	Nombre común	Abundancia	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Total				**10**	
Otras formas de vida	1	*Phlebodium aureum*	Helecho palma	1	
	2	*Prosthechea vitellina*	Manuelitos	2	Pr
	3	*Tillandsia fasciculata*	Gallito	8	
	4	*Tillandsia usneoides*	Paxtle	1	
Total				**12**	

Como se indica en el cuadro anterior, en el SAR se registraron dos especies de flora que se encuentran en la categoría de Protección Especial (Pr) de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales corresponden a *Pinus chiapensis*, la cual se registró en los estratos arbóreo, arbustivo y en el grupo de regeneración; y *Prosthechea vitellina* del grupo de otras formas de vida.

Por otro lado, la especie con mayor número de registros en el estrato arbóreo fue *Pinus maximinoi* con un total de 27 individuos; en el estrato arbustivo las especies más abundante son *Miconia gracilis* y *Quercus martinezii* con 6 individuos cada una. El género *Quercus* es el que tiene mayor presencia en el grupo de regeneración, siendo *Quercus martinezii* y *Quercus salicifolia* las dos especies más abundantes; y por último, en las otras formas de vida destaca la especie *Tillandsia fasciculata* con un total de 8 registros.

En la siguiente gráfica se muestra la comparación entre el número de individuos por especie de los estratos arbóreo y arbustivo, en la cual destaca la especie *Pinus maximinoi* por tener una presencia notoria en el estrato arbóreo.

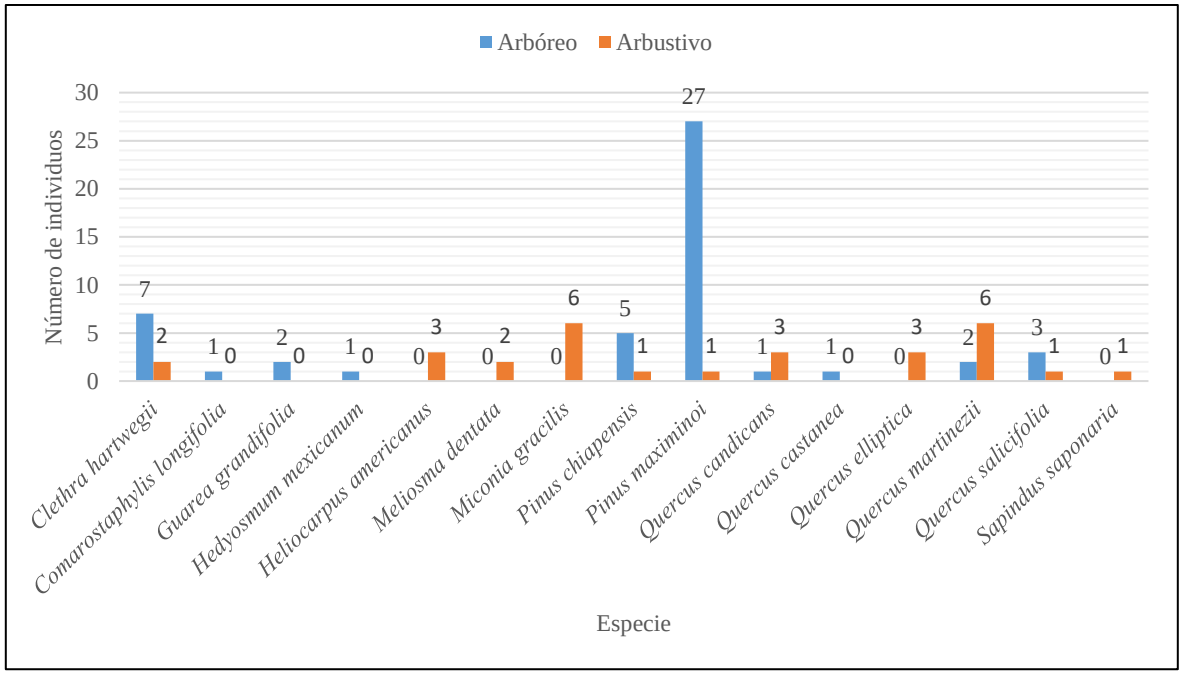


Figura III-20 Número de individuos de los estratos arbóreo y arbustivo registrados en el SAR.

Índice de Valor de Importancia en el SAR

El Índice de Valor de Importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam y Curtis, 1956). Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa **y** la dominancia relativa, como se muestra en la siguiente fórmula.

$$IVI = \frac{Derel + Dorel + Frrel}{3}$$

Donde:

Derel = Densidad relativa

Dorel = Dominancia relativa

Frrel = Frecuencia relativa

En el siguiente cuadro se indican los Índices de Valor de Importancia calculados para el estrato arbóreo del Sistema Ambiental Regional.

Cuadro III-4. Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo en el SAR.

No.	Especie	Densidad absoluta	Densidad relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
1	*Clethra hartwegii*	108.359	14	32.985	2.074	0.294	16.129	10.734
2	*Comarostaphylis longifolia*	15.480	2	3.957	0.249	0.059	3.226	1.825
3	*Guarea grandifolia*	30.960	4	5.380	0.338	0.059	3.226	2.521
4	*Hedyosmum mexicanum*	15.480	2	1.087	0.068	0.059	3.226	1.765
5	*Pinus chiapensis*	77.399	10	328.011	20.625	0.176	9.677	13.434
6	*Pinus maximinoi*	417.957	54	1103.235	69.372	0.765	41.935	55.102
7	*Quercus candicans*	15.480	2	1.882	0.118	0.059	3.226	1.781
8	*Quercus castanea*	15.480	2	10.840	0.682	0.059	3.226	1.969
9	*Quercus martinezii*	30.960	4	63.424	3.988	0.118	6.452	4.813
10	*Quercus salicifolia*	46.440	6	39.517	2.485	0.176	9.677	6.054

Las especies del género *Pinus* son las que destacan con valores más altos de IVI en el estrato arbóreo, siendo *Pinus maximinoi* y *Pinus chiapensis*, con valores de 55.10 y 13.43 respectivamente, las que mayor Índice de Valor de Importancia presentan. Esto se debe, primeramente, a que estas especies son de las que mayor número de registros tuvieron, además son las que mayor área basal presentan por sus características morfológicas, por lo cual, tienen gran relevancia dentro de la estructura de la masa arbórea del SAR.

Por otro lado, en la estimación del IVI para el estrato arbustivo del SAR, se obtuvieron los resultados que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro III-5. Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo en el SAR.

No.	Especie	Densidad absoluta	Densidad relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
1	*Clethra hartwegii*	30.960	6.897	0.603	5.466	0.118	12.500	8.287
2	*Heliocarpus americanus*	46.440	10.345	0.935	8.475	0.118	12.500	10.440
3	*Meliosma dentata*	30.960	6.897	0.602	5.459	0.059	6.250	6.202
4	*Miconia gracilis*	92.879	20.690	2.789	25.283	0.176	18.750	21.574
5	*Pinus chiapensis*	15.480	3.448	0.301	2.729	0.059	6.250	4.143
6	*Pinus maximinoi*	15.480	3.448	0.231	2.090	0.059	6.250	3.929
7	*Quercus candicans*	46.440	10.345	2.070	18.765	0.059	6.250	11.786
8	*Quercus elliptica*	46.440	10.345	1.101	9.979	0.118	12.500	10.941

No.	Especie	Densidad absoluta	Densidad relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
9	*Quercus martinezii*	92.879	20.690	1.981	17.954	0.059	6.250	14.965
10	*Quercus salicifolia*	15.480	3.448	0.272	2.463	0.059	6.250	4.054
11	*Sapindus saponaria*	15.480	3.448	0.148	1.337	0.059	6.250	3.679

Análisis de diversidad de las especies en el SAR

Para conocer la dinámica ecosistémica en cuanto a dominancia, diversidad y riqueza de especies, se utilizaron indicadores especializados en reflejar estas condiciones, los cuales son: índice de Simpson, índice de Shannon-Wiener e índice de Margalef.

En el siguiente cuadro se muestran los índices de diversidad para el estrato arbóreo.

Cuadro III-6. Índices de diversidad del estrato arbóreo del SAR.

Especie	Nombre común	Abundancia absoluta (Ind/ha)	Abundancia relativa (pi=ni/N)	(Pi)^2	Ln (pi)	pi*Ln(pi)
Clethra hartwegii	Clethra hartwegii	108	0.1400	0.0196	-1.9661	-0.2753
Comarostaphylis longifolia	Madroño	15	0.0200	0.0004	-3.9120	-0.0782
Guarea grandifolia	Cedrillo	31	0.0400	0.0016	-3.2189	-0.1288
Hedyosmum mexicanum	Palo de agua	15	0.0200	0.0004	-3.9120	-0.0782
Pinus chiapensis	Acalocote	77	0.1000	0.0100	-2.3026	-0.2303
Pinus maximinoi	Pino candelillo	418	0.5400	0.2916	-0.6162	-0.3327
Quercus candicans	Encino blanco	15	0.0200	0.0004	-3.9120	-0.0782
Quercus castanea	Encino blanco	15	0.0200	0.0004	-3.9120	-0.0782
Quercus martinezii	Encino blanco	31	0.0400	0.0016	-3.2189	-0.1288
Quercus salicifolia	Encino amarillo	46	0.0600	0.0036	-2.8134	-0.1688
Total		**774**				
Índice de Simpson		Índice de Shannon-Wiener			Índice de Margalef	
0.33		1.58			2.3	

Para el estrato arbóreo, el índice de Simpson denota que existe una baja dominancia de especie en el SAR, es decir, no hay una especie que domine significativamente sobre las demás. Por su parte, Shannon-Wiener refleja un valor bajo en su índice, por lo que se conoce que la diversidad de estrato arbóreo es baja. Por último, el índice de Margalef da a conocer

que la riqueza de especies se puede considerar como de nivel medio, teniendo un valor de 2.3.

En cuanto a los índices de diversidad del estrato arbustivo, estos se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro III-7. Índices de diversidad del estrato arbustivo del SAR.

Especie	Nombre común	Abundancia absoluta (Ind/ha)	Abundancia relativa (pi=ni/N)	(Pi)^2	Ln (pi)	pi*Ln(pi)
Clethra hartwegii	Clethra hartwegii	31	0.0690	0.0048	-2.6741	-0.1844
Heliocarpus americanus	Jonote	46	0.1034	0.0107	-2.2687	-0.2347
Meliosma dentata	Jaboncillo	31	0.0690	0.0048	-2.6741	-0.1844
Miconia gracilis	Miconia gracilis	93	0.2069	0.0428	-1.5755	-0.3260
Pinus chiapensis	Acalocote	15	0.0345	0.0012	-3.3673	-0.1161
Pinus maximinoi	Pino candelillo	15	0.0345	0.0012	-3.3673	-0.1161
Quercus candicans	Encino blanco	46	0.1034	0.0107	-2.2687	-0.2347
Quercus elliptica	Encino	46	0.1034	0.0107	-2.2687	-0.2347
Quercus martinezii	Encino blanco	93	0.2069	0.0428	-1.5755	-0.3260
Quercus salicifolia	Encino amarillo	15	0.0345	0.0012	-3.3673	-0.1161
Sapindus saponaria	Jaboncillo	15	0.0345	0.0012	-3.3673	-0.1161
Total		**449**				
Índice de Simpson		Índice de Shannon-Wiener			Índice de Margalef	
0.13		2.19			2.97	

En el estrato arbustivo el índice de Simpson resulta ser un valor muy bajo, por lo cual demuestra que existe una alta equidad entre la composición de especies de este estrato. Por su parte el índice de Shannon-Wiener muestra que la diversidad de especies arbustivas del SAR es de nivel medio, misma condición que se presenta en la riqueza, la cual es reflejada con el valor de 2.97 del índice de Margalef.

En lo que respecta a los índices de diversidad del grupo de regeneración, estos se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro III-8. Índices de diversidad del grupo de regeneración del SAR.

Especie	Nombre común	Abundancia absoluta (Ind/ha)	Abundancia relativa (pi=ni/N)	(Pi)^2	Ln (pi)	pi*Ln(pi)
Colubrina elliptica	Amole	147	0.1	0.0100	-2.3026	-0.2303
Guarea grandifolia	Cedrillo	147	0.1	0.0100	-2.3026	-0.2303
Pinus chiapensis	Acalocote	147	0.1	0.0100	-2.3026	-0.2303
Pinus maximinoi	Pino candelillo	147	0.1	0.0100	-2.3026	-0.2303
Quercus castanea	Encino capulincillo	147	0.1	0.0100	-2.3026	-0.2303
Quercus martinezii	Encino blanco	294	0.2	0.0400	-1.6094	-0.3219
Quercus salicifolia	Encino amarillo	294	0.2	0.0400	-1.6094	-0.3219
Ulmus mexicana	Olmo mexicano	147	0.1	0.0100	-2.3026	-0.2303
Total		**1471**				
Índice de Simpson		Índice de Shannon-Wiener			Índice de Margalef	
0.14		2.03			3.04	

La dominancia de especies en el grupo de regeneración es muy baja, es decir, en este grupo se presenta una equidad en la composición florística, lo cual es reflejado por el índice de Simpson que da un valor muy cercano al 0. En cuanto a la diversidad de especies, el índice de Shannon-Wiener arroja un índice de 2.03, el denota una diversidad de nivel medio. La riqueza de especies del SAR también es de novel medio, el cual se conoce con el índice de Margalef, el cual tiene un valor de 3.04.

Por otro lado, los índices de diversidad para el grupo de otras formas de vida registradas en el SAR, se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro III-9. Índices de diversidad del grupo de otras formas de vida del SAR.

Especie	Nombre común	Abundancia absoluta (Ind/ha)	Abundancia relativa (pi=ni/N)	(Pi)^2	Ln (pi)	pi*Ln(pi)
Phlebodium aureum	Helecho palma	15	0.0833	0.0069	-2.4849	-0.2071
Prosthechea vitellina	Manuelitos	31	0.1667	0.0278	-1.7918	-0.2986
Tillandsia fasciculata	Gallito	124	0.6667	0.4444	-0.4055	-0.2703
Tillandsia usneoides	Paxtle	15	0.0833	0.0069	-2.4849	-0.2071
Total		**186**				

Índice de Simpson	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Margalef
0.49	0.98	1.21

A diferencia de los demás estratos y grupos florísticos registrados en el SAR, en el grupo de otras formas de vida, el índice de Simpson da a conocer que existe una dominancia media de especies, es decir, que existe una que tiene mayor presencia que las demás. Esto se debe a que este grupo fue en el que menor cantidad de especies se registraron y es notorio como *Tillandsia fasciculata* tiene dominancia sobre las demás especies. Por esta razón, también resulta lógico que Shannon-Wiener y Margalef muestren respectivamente una diversidad y riqueza de especies baja, con valores muy bajos en sus índices.

Resultados del muestreo en predio

De acuerdo con los datos recopilados por medio del muestreo, se registró un total de 11 especies en el estrato arbóreo, 5 especies en el estrato arbustivo, 3 especies en regeneración y 2 de otras formas de vida.

En el siguiente cuadro se presenta el concentrado de las especies registradas por estrato y el grupo de otras formas de vida.

Cuadro III-10. Especies florísticas registradas en el proyecto.

Estrato	Especie	Nombre común	Abundancia	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Arbóreo	*Annona cherimola*	Chirimoya	1	
	Clethra hartwegii	Clethra hartwegii	4	
	Comarostaphylis longifolia	Madroño	2	
	Miconia mexicana	Mistelajoyó	1	
	Pinus chiapensis	Acalocote	1	Pr
	Pinus maximinoi	Pino candelillo	25	
	Quercus candicans	Encino blanco	1	
	Quercus castanea	Encino capulincillo	2	
	Quercus elliptica	Encino	1	
	Quercus salicifolia	Encino amarillo	2	
	Quercus scytophylla	Encino blanco	1	
Subtotal			**41**	
Arbustivo	*Conostegia xalapensis*	Capulín	2	
	Miconia gracilis	Miconia gracilis	5	

Estrato	Especie	Nombre común	Abundancia	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
	Quercus liebmannii	Encino amarillo	1	
	Saurauia scabrida	Moquillo	1	
	Triumfetta galeottiana	Pastora	1	
Subtotal			**10**	
Otras formas de vida	*Prostechea vitellina*	Manuelitos	2	
	Tillandsia fasciculata	Gallito	11	
Subtotal			**13**	
Regeneración	*Pinus maximinoi*	Pino candelillo	2	
	Quercus elliptica	Encino	2	
	Quercus salicifolia	Encino amarillo	2	
Subtotal			**6**	
Total			**70**	

De las especies registradas, hay una especie que se registró en el estrato arbóreo que se encuentra Sujeta a Protección Especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo que, se implementarán medidas que permitan la conservación de la especie que está en norma.

Análisis estadístico

Se realizó el análisis estadístico con los datos de muestreo en donde se obtuvo que el error de muestreo fue de 9.68%, con un nivel de confiabilidad del 95% y nos indica que el tamaño de muestra es de 15 sitios, menor al número de sitios muestreados que fueron 17.

En el siguiente cuadro se presentan los valores de las variables del análisis estadístico, y se anexa un libro Excel "Análisis estadístico_Unión de los Ángeles" en donde se presenta el procedimiento utilizado para el análisis estadístico.

Cuadro III-11. Análisis estadístico con Área Basal (m^2/ha).

Variables	Valor
Promedio ponderado	94.12
Varianza de la media	18.46
IC+95%	104.40
IC-95%	83.84
Error de Muestreo	**9.68%**

Variables	Valor
Inventario	453.65
L=	45.36
Sumatoria	7688.71
n	**14.9**

Índice de Valor de Importancia en predio

Con la finalidad de conocer la condición ecológica de la flora que se distribuye en el área del proyecto, se calcularon los índices de diversidad utilizando datos recabados en el muestreo de campo. Para ello, se estimó el Índice de Valor de Importancia (IVI), Índice de Simpson, Índice de Shannon-Wiener y el Índice de Margalef.

A continuación, se describe cada uno de los índices, así como la metodología empleada para su estimación.

a) Índice de valor de importancia (IVI)

El Índice de Valor de Importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam y Curtis, 1956). Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa, como se muestra en la siguiente fórmula.

$$IVI = \frac{Derel + Dorel + Frrel}{3}$$

Donde:

Derel = Densidad relativa

Dorel = Dominancia relativa

Frrel = Frecuencia relativa

Los valores necesarios para la estimación del IVI se calculan con las fórmulas que se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro III-12. Fórmulas para el cálculo de índice de valor de importancia.

Valor	Fórmula	Variables
Densidad relativa	$Derel = \left(\frac{De}{\sum_{j=1} De}\right) 100$	$Derel$ = densidad relativa por especie De= densidad absoluta
Densidad absoluta	$De = \frac{Ni}{S}$	Ni = es el número de individuos de la especie i S = superficie total muestreada
Dominancia relativa	$Dorel = \left(\frac{Do}{\sum_{j=1} Do}\right) 100$	$Dorel$ = Dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total Do = Dominancia absoluta
Dominancia absoluta	$Do = \frac{Gi}{S}$	Gi = Área basal de la especie i S= Área muestreada
Frecuencia relativa	$Frrel = \left(\frac{Fr}{\sum_{j=1} Fr}\right) 100$	$Frrel$ = Frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total Fr = Frecuencia absoluta
Frecuencia absoluta	$Fr = \frac{Pi}{NS}$	Pi = Número de sitios en los que está presente la especie i NS = Numero total de sitios de muestreo

b) Índice de Simpson

Es un índice de dominancia que indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia, número de individuos por especie (Campo y Duval, 2014). Se expresa con la siguiente fórmula:

$$Índice\ de\ Simpson = \sum Pi^2$$

Donde:

Pi= el número de individuos de la especie i entre el número total de individuos de la muestra.

Los valores de este índice varían de 0 y 1, cercanos a 0 representa equidad y cercanos a 1 dominancia de la especie.

c) Índice de Shannon-Wiener

Considera la riqueza de especies y su abundancia; relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies. Su expresión es como sigue:

$$Índice\ de\ Shannon - Wiener = -\sum Pi \times \ln(Pi)$$

El índice de Shannon-Wiener toma valor de cero cuando hay una sola especie. De forma general sus valores varían entre 0.5 y 5, normalmente entre 2 y 3. Valores menores a 2 significan diversidad baja y valores mayores a 3 diversidad alta.

d) Índice de Margalef

Proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra, es decir, supone una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Valores menores a 2 indica riqueza baja, valores mayores o cercanos a 5 riqueza alta (Moreno, 2000; Campo y Duval, 2014). La fórmula utilizada para estimar este índice fue:

$$Índice\ de\ Margalef = \frac{S-1}{ln(N)}$$

Donde:

S= Número de especies registradas

N= número total de individuos muestreados

Análisis de diversidad de las especies muestreadas en predio

Índice de Valor de Importancia

A continuación, se muestran los valores de los Índices de Valor de Importancia estimados para los estratos arbóreo y arbustivo muestreados en el área del proyecto.

Cuadro III-13. Índices de valor de importancia de las especies florísticas arbóreas del área del proyecto.

Especie	Nombre común	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia
Annona cherimola	Chirimoya	2.44	0.28	3.70	2.14
Clethra hartwegii	**Clethra hartwegii**	**9.76**	**0.69**	**11.11**	**7.19**
Comarostaphylis longifolia	Madroño	4.88	0.71	3.70	3.10
Miconia mexicana	Mistelajoyó	2.44	0.09	3.70	2.08
Pinus chiapensis	Acalocote	2.44	4.01	3.70	3.38
Pinus maximinoi	**Pino candelillo**	**60.98**	**84.50**	**55.56**	**67.01**
Quercus candicans	Encino blanco	2.44	0.97	3.70	2.37
Quercus castanea	Encino capulincillo	4.88	3.56	3.70	4.05
Quercus elliptica	Encino	2.44	0.45	3.70	2.20
Quercus salicifolia	Encino amarillo	4.88	3.06	3.70	3.88
Quercus scytophylla	Encino blanco	2.44	1.69	3.70	2.61

La especie que mas contribuye en la estructura de la vegetación en el estrato arbóreo de acuerdo con el índice de Valor de Importancia corresponde a *Pinus Maximinoi* con un valor de IVI de 67.01, seguido por *Clethra hartwegii* con 7.19 de IVI.

Cuadro III-14. Índices de valor de importancia de las especies florísticas arbustivas del área del proyecto.

Especie	Nombre común	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de Valor de Importancia
Conostegia xalapensis	Capulín	20	8.84	20	16.28
Miconia gracilis	**Miconia gracilis**	**50**	**58.78**	**20**	**42.93**
Quercus liebmannii	Encino amarillo	10	4.13	20	11.38
Saurauia scabrida	**Moquillo**	**10**	**25.15**	**20**	**18.38**
Triumfetta galeottiana	Pastora	10	3.10	20	11.03

De las cinco especies que se registraron en el estrato arbustivo para el área del proyecto, las especie con mayor IVI es *Miconia gracilis* con 42.93, seguido por *Saurauia scabrida* con 18.38 en valor de IVI, siendo las especies que mas contribuyen con la estructura de la vegetación de este estrato, por lo que, son los de mayor importancia ecológica.

También, se estimaron los índices de Simpson, Shannon-Wiener y Margalef, para cada uno de los estratos muestreados, así como del grupo de otras formas de vida. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro III-15. Índices de diversidad de especies.

Estrato o grupo	Índice de Simpson	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Margalef
Arbóreo	0.39	0.24	2.69
Arbustivo	0.32	1.36	1.74
Regeneración	0.33	1.10	1.12
Otras formas de vida	0.74	0.43	0.39

De acuerdo con los índices de diversidad y riqueza estimados para cada grupo de especies florísticas, se concluye que no hay dominancia de especies, de acuerdo con los resultados obtenidos con el Índice de Simpson; el índice que mide la diversidad biológica (Índice de Shannon-Wiener) nos indica que todos los estratos y el grupo de otras formas de vida presentar una diversidad biológica baja en el área del proyecto, tendencia similar al que arrojó el índice utilizado para estimar la riqueza específica (índice de Margalef), donde todos son

menores a 2 en el valor del índice y sólo en el estrato arbóreo se obtuvo un valor de 2.69 considerada con un nivel de riqueza específica media.

Comparativo de los índices de diversidad de especies en SAR y en el área del proyecto

Se realizó un comparativo de los índices de diversidad de especies estimados para el Sistema Ambiental Regional con la obtenida para el proyecto.

Cuadro III-16. Cuadro comparativo de los índices de diversidad.

Estrato o grupo	Índice de Simpson		Índice de Shannon-Wiener		Índice de Margalef	
	Proyecto	SAR	Proyecto	SAR	Proyecto	SAR
Arbóreo	0.39	0.33	0.24	1.58	2.69	2.3
Arbustivo	0.32	0.13	1.36	2.19	1.74	2.97
Regeneración	0.33	0.14	1.10	2.03	1.12	3.04
Otras formas de vida	0.74	0.49	0.43	0.98	0.39	1.21

En términos generales, se tiene que no hay dominancia de especies ni en el Sistema Ambiental Regional ni en el área del proyecto, como lo indica el Índice de Simpson; con respecto a la diversidad biológica, se tiene que para el estrato arbóreo la diversidad es baja en ambos casos (SAR y proyecto), mientras que para el estrato arbustivo en baja en proyecto y media en el SAR, mismo caso para regeneración y en otras formas de vida nuevamente la diversidad es baja para ambos casos.

Con respecto a la riqueza específica medida con el índice de Margalef, nos indicó que la riqueza específica es de nivel medio para el estrato arbóreo tanto en el SAR como en el área del proyecto; en arbustivo y regeneración la riqueza específica resultó ser de nivel medio en el SAR y bajo en el área del proyecto, lo cual resulta favorable para el desarrollo del proyecto, y por último en otras formas de vida la riqueza es baja en ambos casos (proyecto y SAR).

III.2.2.2 Fauna

Para la caracterización de la fauna que habita dentro del municipio de Santiago Juxtlahuaca se realizó una consulta bibliográfica, donde se consultó la base de datos que proporciona la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad (CONABIO) por medio

del portal Enciclovida. En dicho portal se reporta el avistamiento de 172 especies clasificados en anfibios con 4 familias reportadas, 30 de aves, 9 de insectos, 10 de mamíferos, 4 de peces óseos y 9 de reptiles.

Cuadro III-17. Especies por tipo de clase y familias reportadas en Santiago Juxtlahuaca.

Clase	Familia	Nombre científico	Clase	Familia	Nombre científico
Aves	Anatidae	*Oxyura jamaicensis*	Anfibios	Bufonidae	*Incilius occidentalis*
	Apodidae	*Streptoprocne rutila*		Hylidae	*Sarcohyla pentheter*
	Ardeidae	*Ardea herodias*			*Tlalocohyla smithii*
	Caprimulgidae	*Antrostomus vociferus*		Plethodontidae	*Isthmura bellii*
		Nyctidromus albicollis			*Isthmura maxima*
	Cardinalidae	*Passerina cyanea*		Ranidae	*Lithobates sierramadrensis*
	Cathartidae	*Cathartes aura*			*Lithobates spectabilis*
	Columbidae	*Columbina inca*	Insectos	Apidae	*Apis mellifera*
		Columbina minuta			*Bombus (Pyrobombus) ephippiatus*
		Columbina talpacoti		Hesperiidae	*Calpodes ethlius*
		Leptotila verreauxi		Lycaenidae	*Celastrina argiolus*
	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*			*Cupido comyntas*
		Corvus corax			*Hemiargus ceraunus*
		Cyanocitta stelleri		Nymphalidae	*Anthanassa ardys*
	Cuculidae	*Dromococcyx phasianellus*			*Anthanassa ptolyca*
		Piaya cayana			*Caligo telamonius*
	Falconidae	*Falco sparverius*			*Catonephele numilia*
	Fringillidae	*Spinus notatus*			*Chlosyne cynisca*
		Spinus psaltria			*Chlosyne marina*
	Furnariidae	*Clibanornis rubiginosus*			*Chlosyne theona*
		Lepidocolaptes souleyetii			*Cyllopsis steinhauserorum*
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*			*Diaethria anna*
		Stelgidopteryx serripennis			*Dione juno*
	Icteridae	*Agelaius phoeniceus*			*Dione moneta*
		Quiscalus mexicanus			*Dynamine postverta*
	Mimidae	*Melanotis caerulescens*			*Gyrocheilus patrobas*
		Toxostoma curvirostre			*Hamadryas feronia*
	Odontophoridae	*Colinus virginianus*			*Heliconius erato*
	Parulidae	*Basileuterus lachrymosus*			*Phyciodes graphica*
		Geothlypis poliocephala			*Phyciodes tharos*
		Geothlypis trichas			*Siproeta epaphus*
		Myioborus miniatus			*Vanessa cardui*
	Passerellidae	*Aimophila ruficeps*			*Vanessa virginiensis*
		Junco phaeonotus		Passalidae	*Oileus bifidus*
		Melospiza lincolnii			*Passalus (Pertinax) caelatus*
		Melozone albicollis			*Spurius bicornis*

Clase	Familia	Nombre científico	Clase	Familia	Nombre científico
		Oriturus superciliosus			*Verres corticicola*
	Passeridae	*Passer domesticus*		Pieridae	*Eurema mexicana*
	Picidae	*Melanerpes formicivorus*			*Eurema salome*
	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*			*Pyrisitia nise*
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*			*Pyrisitia proterpia*
	Rallidae	*Fulica americana*		Reduviidae	*Triatoma pallidipennis*
		Pardirallus maculatus		Scarabaeidae	*Cyclocephala discolor*
		Porphyrio martinicus		Sphingidae	*Adhemarius ypsilon*
	Scolopacidae	*Gallinago delicata*			*Erinnyis crameri*
	Strigidae	*Megascops guatemalae*			*Manduca corallina*
	Thraupidae	*Diglossa baritula*			*Pseudosphinx tetrio*
		Sporophila torqueola			*Sphinx leucophaeata*
		Volatinia jacarina			*Xylophanes falco*
	Trochilidae	*Archilochus colubris*	**Mamíferos**	Cervidae	*Odocoileus virginianus*
		Basilinna leucotis		Cricetidae	*Baiomys musculus*
		Colibri thalassinus			*Handleyomys chapmani*
		Cynanthus auriceps			*Handleyomys rostratus*
		Cynanthus canivetii			*Neotoma mexicana*
		Eupherusa poliocerca			*Nyctomys sumichrasti*
		Leucolia viridifrons			*Oryzomys fulgens*
		Saucerottia beryllina			*Peromyscus aztecus*
		Selasphorus rufus			*Peromyscus gratus*
	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*			*Peromyscus levipes*
		Thryophilus sinaloa			*Peromyscus melanurus*
		Troglodytes aedon			*Reithrodontomys fulvescens*
	Turdidae	*Myadestes occidentalis*			*Reithrodontomys sumichrasti*
		Sialia sialis			*Sigmodon mascotensis*
		Turdus assimilis			*Tylomys nudicaudus*
	Tyrannidae	*Empidonax minimus*		Didelphidae	*Didelphis virginiana*
		Myiarchus tuberculifer			*Philander opossum*
		Pyrocephalus rubinus			*Tlacuatzin canescens*
		Rhynchocyclus brevirostris		Felidae	*Puma concolor*
		Sayornis nigricans		Heteromyidae	*Chaetodipus intermedius*
		Tyrannus vociferans			*Heteromys irroratus*
Peces óseos	Characidae	*Astyanax aeneus*			*Heteromys pictus*
	Cyprinidae	*Cyprinus carpio*		Leporidae	*Sylvilagus floridanus*
		Notropis imeldae		Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*
	Poeciliidae	*Poecilia sphenops*			*Artibeus lituratus*
	Profundulidae	*Profundulus punctatus*			*Dermanura azteca*
		Tlaloc candalarius			*Dermanura tolteca*
Reptiles	Anguidae	*Abronia mixteca*			*Desmodus rotundus*
	Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*			*Glossophaga soricina*
	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*			*Sturnira ludovici*
	Dactyloidae	*Anolis quercorum*			*Sturnira parvidens*

Clase	Familia	Nombre científico	Clase	Familia	Nombre científico
	Dipsadidae	*Manolepis putnami*		Procyonidae	*Bassariscus astutus*
	Natricidae	*Thamnophis bogerti*		Soricidae	*Cryptotis parva*
	Phrynosomatidae	*Sceloporus aureolus*		Vespertilionidae	*Lasiurus intermedius*
		Sceloporus formosus			
		Sceloporus grammicus			
		Sceloporus scitulus			
		Sceloporus siniferus			
	Teiidae	*Holcosus undulatus*			
	Xenosauridae	*Xenosaurus grandis*			

De las especies registradas para el municipio, once de ellas se encuentran en algún estatus de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo estas, *Oryzomys fulgens*, *Eupherusa poliocerca*, *Clibanornis rubiginosus*, *Isthmura bellii*, *Leucolia viridifrons* y *Abronia mixteca* reportados bajo el estatus de Amenazada (A); en el estatus de Sujetas a Protección especial (Pr) se encuentran: *Lithobates sierramadrensis*, *Myadestes occidentalis*, *Tachybaptus dominicus*, *Sceloporus grammicus* y *Xenosaurus grandis.*

Además de la revisión de literatura, se realizaron muestreos de los diferentes grupos faunísticos en el Sistema Ambiental Regional y en el área que ocupará el proyecto.

- **Método de muestreo para fauna silvestre**

El muestreo de fauna silvestre tanto en el SAR como en el proyecto se realizó utilizando las siguientes técnicas:

1. Recorridos.
2. Puntos de conteo.
3. Instalación de cámaras de fototrampeo.

Para describir específicamente la fauna que se encuentra en las áreas de interés, se realizó un muestro en campo donde para el SAR se establecieron 26 puntos de conteo donde se registraron todas las aves y se realizaron dos rutas de muestreo donde se registraron las especies de los siguientes grupos: anfibios, reptiles y mamíferos.

Para el caso del área del proyecto además de 26 puntos de conteo se recorrió el área. Aunado a esto y con el fin de reconocer las especies con actividades nocturnas, se instalaron cámaras de fototrampeo en puntos estratégicos.

En el muestreo se recopilaron datos que se consideraron importantes para analizar la distribución espacial y el comportamiento de la fauna silvestre, algunos datos fueron: número de individuos, grupo de especies, toma de fotos y las coordenadas del avistamiento. En las figuras siguientes, se muestran la ubicación los puntos de conteo en el SAR y el área del proyecto.

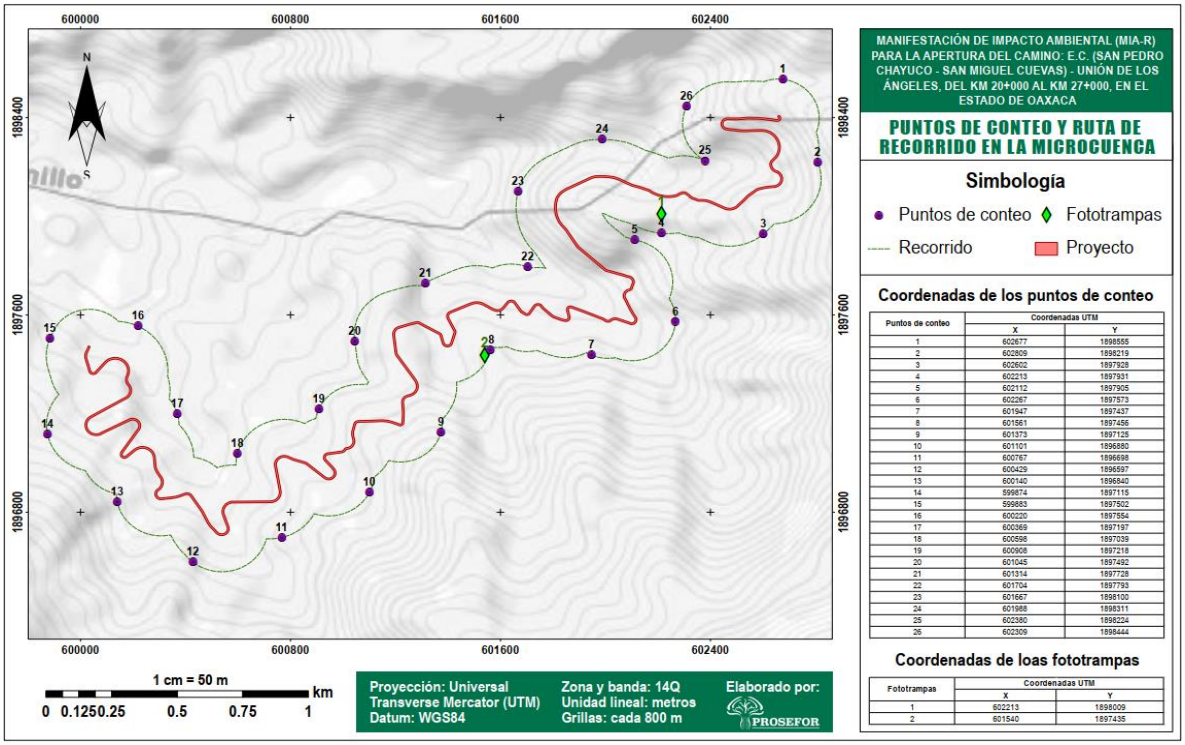
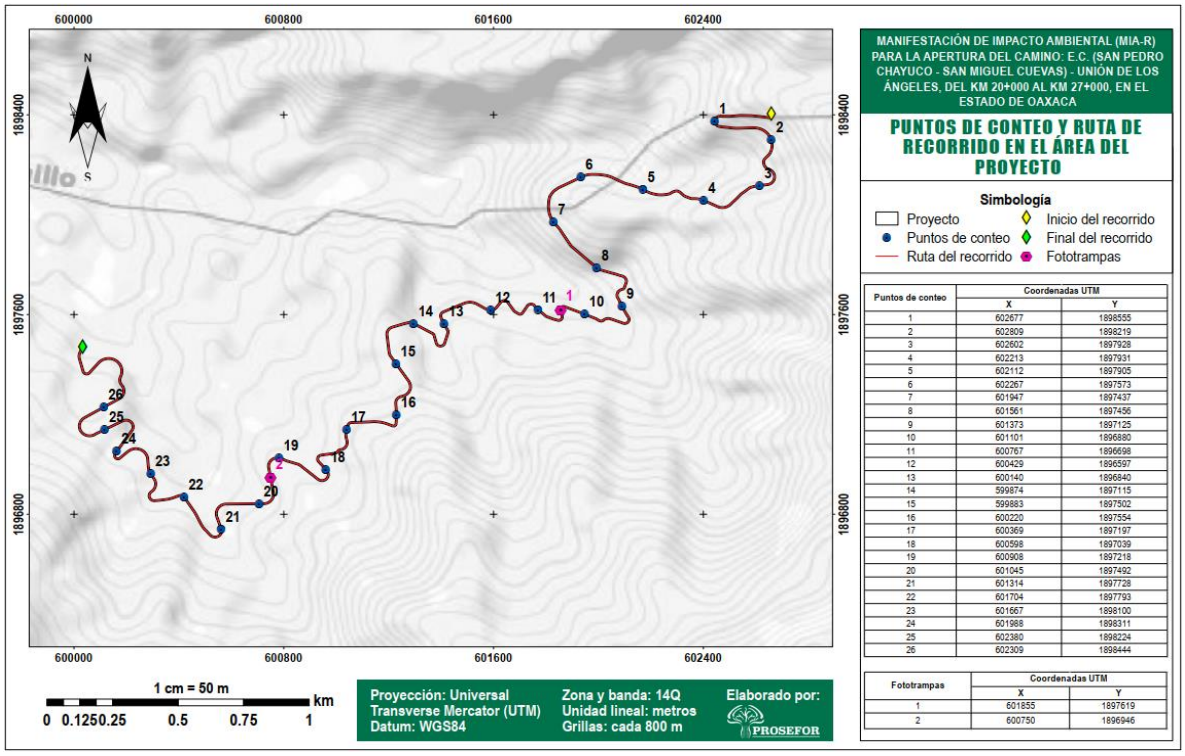


Figura III-21 Ubicación de los puntos de conteo en el SAR.



Puntos de conteo	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	602677	1898555
2	602809	1898219
3	602602	1897928
4	602213	1897931
5	602112	1897905
6	602267	1897573
7	601947	1897437
8	601561	1897456
9	601373	1897125
10	601101	1896880
11	600767	1896698
12	600429	1896597
13	600140	1896840
14	599874	1897115
15	599883	1897502
16	600220	1897554
17	600369	1897197
18	600598	1897039
19	600908	1897218
20	601045	1897492
21	601314	1897728
22	601704	1897793
23	601667	1898100
24	601988	1898311
25	602380	1898224
26	602309	1898444

Fototrampas	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	601855	1897619
2	600750	1896946

Figura III-22 Ubicación de los puntos de conteo en el área del proyecto.

Resultados del muestreo en SAR

Con el análisis realizado, el muestreo de campo a nivel SAR, de acuerdo con la información recabada, mismo que fue organizado en libros Excel, se tiene la siguiente información:

Cuadro III-18. Número de especies de fauna silvestre registrada a nivel SAR.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	No. ejemplares
Mamíferos	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	3
Reptiles	Dactyloidae	*Anolis nebuloides*	Abaniquillo de encino de Oaxaca	2
	Scincidae	*Scincella gemmingeri*	Eslizón de la Sierra Madre Oriental	6
Aves	Thraupidae	*Diglossa baritula*	Picochueco vientre canela	46
		Sporophila torqueola	Semillero de collar	15
	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Colibrí ermitaño mesoamericano	33
	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	2
	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre	19
	Fringillidae	*Spinus notatus*	Jilguerito encapuchado	41

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	No. ejemplares
	Furnariidae	*Clibanornis rubiginosus*	Musguero castaño	11
	Passerellidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	21
	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	15
	Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa elegante	1
	Turdidae	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	13

El grupo de especies con mayor número de registro durante las actividades de muestreo fue el de aves, en donde en total se registraron 217 ejemplares agrupados en 10 familias, seguido por el grupo de reptiles con solo 8 ejemplares pertenecientes a dos familias y en mamíferos sólo se registró una especies con tres observaciones de la familia *Sciuridae*.

Especies de fauna silvestre registradas por grupos (distribución espacial de las especies, estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010)

De las ejemplares registradas, una especie del grupo de reptiles (*Anolis nebuloides*) se encuentra en Sujeta a Protección Especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, y una especie de aves (*Clibanornis rubiginosus*) está catalogada como especies amenazada en la NOM.

Análisis de diversidad de las especies en el SAR

Para la caracterización de la dominancia, diversidad y riqueza de las especies de fauna de la Microcuenca, se utilizaron los índices de Simpson, Shannon-Wiener y Margalef. En los siguientes párrafos se describen los valores obtenidos para cada grupo de fauna registrado en las actividades de muestreo.

a) Aves

En el grupo de aves, de acuerdo con datos de muestreo realizado en microcuenca, se tuvo el registro de 11 especies con un total de 217 observaciones. Las especies más abundantes por el número de registros que se tuvos son: *Diglossa baritula* con 46 observaciones, *Spinus notatus* con 41 y *Phaethornis longirostris* con 33 registros, mientras que los menos

abundantes fueron: *Trogon elegans* con sólo un registro, *Zenaida asiatica* con 2 registros y *Clibanornis rubiginosus* con 11 registros.

Cuadro III-19. Especies de aves registradas en el SAR.

Familia	Especie	Nombre común	No. ejemplares
Thraupidae	*Diglossa baritula*	Picochueco vientre canela	46
	Sporophila torqueola	Semillero de collar	15
Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Colibrí ermitaño mesoamericano	33
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	2
Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre	19
Fringillidae	*Spinus notatus*	Jilguerito encapuchado	41
Furnariidae	*Clibanornis rubiginosus*	Musguero castaño	11
Passerellidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	21
Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	15
Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa elegante	1
Turdidae	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	13
	11	**TOTAL**	**217**

Con la información del cuadro anterior, se estimaron los índices de diversidad, mismos que se indican en el cuadro siguiente:

Cuadro III-20. Índice de diversidad de aves registradas en SAR.

Especie	Nombre común	No. ejemplares	Pi (Abundancia relativa)	Pi^2	Ln(Pi)	PiLn(Pi)
Diglossa baritula	Picochueco vientre canela	46	0.2120	0.0449	-1.5513	-0.3288
Sporophila torqueola	Semillero de collar	15	0.0691	0.0048	-2.6718	-0.1847
Phaethornis longirostris	Colibrí ermitaño mesoamericano	33	0.1521	0.0231	-1.8834	-0.2864
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	2	0.0092	0.0001	-4.6868	-0.0432
Junco phaeonotus	Junco ojos de lumbre	19	0.0876	0.0077	-2.4355	-0.2132
Spinus notatus	Jilguerito encapuchado	41	0.1889	0.0357	-1.6663	-0.3148
Clibanornis rubiginosus	Musguero castaño	11	0.0507	0.0026	-2.9820	-0.1512
Oriturus superciliosus	Zacatonero serrano	21	0.0968	0.0094	-2.3354	-0.2260
Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero	15	0.0691	0.0048	-2.6718	-0.1847

Especie	Nombre común	No. ejemplares	Pi (Abundancia relativa)	Pi^2	Ln(Pi)	PiLn(Pi)
Trogon elegans	Coa elegante	1	0.0046	0.0000	-5.3799	-0.0248
Sialia sialis	Azulejo garganta canela	13	0.0599	0.0036	-2.8149	-0.1686
Índice de Simpson		**Índice de Shannon-Wiener**			**Índice de Margalef**	
0.14		2.13			1.86	

En función con los resultados de los índices de diversidad, Shannon-Wiener nos indica que hay una diversidad baja en el SAR, lo mismo ocurre con la riqueza específica que denota baja riqueza al obtener un valor de 1.86 con el índice de Margalef.

b) Reptiles

A nivel SAR, se registraron dos especies que pertenecen al grupo de reptiles, se trata de *Anolis nebuloides* (Abaniquillo de encino de Oaxaca) con 2 registros y *Scincella gemmingeri* (Eslizón de la Sierra Madre Oriental) con 6 registros.



Figura III-23 Evidencia de ejemplares de reptiles muestreados en SAR.

También se estimaron los índices de Simpson, Shannon-Wiener y Margalef; en función de los resultados se concluye que tanto la diversidad biológica como la riqueza específica son baja. Lo anterior se puede corroborar con los cálculos presentados en el siguiente cuadro.

Cuadro III-21. Índices de diversidad de reptiles registrados en el SAR.

Especie	Nombre común	No. ejemplares	Pi (Abundancia relativa)	Pi^2	Ln(Pi)	PiLn(Pi)
Anolis nebuloides	Abaniquillo de encino de Oaxaca	2	0.25	0.0625	-1.3863	-0.3466
Scincella gemmingeri	Eslizón de la Sierra Madre Oriental	6	0.75	0.5625	-0.2877	-0.2158
Índice de Simpson		**Índice de Shannon-Wiener**			**Índice de Margalef**	
0.63		0.56			0.48	

c) Mamíferos

Con respecto al grupo de mamíferos, sólo se ha registrado una especie en el Sistema Ambiental Regional en la que se encuentra inmerso el proyecto, y se trata de *Sciurus aureogaster* (Ardilla vientre rojo) con tres observaciones. Debido a que sólo es una especie, el valor que arrojó el índice de Simpson fue **1**, indicando que es la especie dominante, mientras que los índices de Shannon-Wiener y Margalef resultaron ser cero, esto se debe a que sólo se tiene el registro de una especie.

A manera de conclusión, se tiene una diversidad y riqueza baja a nivel SAR para este grupo de especies.

Resultados del muestreo en predio y su análisis de diversidad

Las especies muestreadas, se agruparon en mamíferos, aves y reptiles. En total, se registró 1 especie de mamífero, 11 de aves y 2 de reptiles, siendo el grupo más diverso el de las aves. De las especies del grupo de las aves, hay una especie que se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y se trata de *Clibanornis rubiginosus* y está catalogada como amenazada. En el siguiente cuadro se enlistan las especies registradas.

Cuadro III-22. Especies por grupo faunístico registradas en el área del proyecto.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	No. ejemplares	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
Mamíferos	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	1	-

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	No. ejemplares	Estatus en NOM-059-SEMARNAT-2010
Reptiles	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Anolis escamoso menor	1	-
		Anolis quercorum	Abaniquillo de encino de Oaxaca	1	-
Aves	Thraupidae	*Diglossa baritula*	Picochueco vientre canela	14	-
		Sporophila turqueola	Semillero de collar	9	-
	Trochilidae	*Phaethornis longirostris*	Colibrí ermitaño mesoamericano	2	-
	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	1	-
	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	12	-
	Emberizidae	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre	12	-
	Fringillidae	*Spinus notatus*	Jilguerito encapuchado	17	-
	Furnariidae	*Clibanornis rubiginosus*	Musguero castaño	2	A
	Passerellidae	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	14	-
	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	5	-
	Turdidae	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	9	-

De cada uno de los grupos, se estimaron los índices de Simpson, Shannon-Wiener y Margalef para conocer la diversidad biológica y la riqueza de especies, así como la dominancia de las especies en cada uno de los grupos. En los siguientes cuadros, se integran los resultados obtenidos, así como el concentrado de los valores de índices de diversidad obtenidos para cada uno de los grupos.

Cuadro III-23. Índices de diversidad estimados para el grupo de mamíferos.

No.	Especie	Nombre común	Pi (Abundancia relativa)	Pi^2	Ln(Pi)	PiLn(Pi)
1	*Nasua narica*	Coatí	1	1	0	0
Índice de Simpson		**Índice de Shannon-Wiener**			**Índice de Margalef**	
1		0			-	

Cuadro III-24. Índices de diversidad estimados para el grupo de aves.

No.	Especie	Nombre común	No. ejemplares	Pi (Abundancia relativa)	Pi^2	Ln(Pi)	PiLn(Pi)
1	*Diglossa baritula*	Picochueco vientre canela	14	0.1443	0.0208	-1.9357	-0.2794
2	*Sporophila turqueola*	Semillero de collar	9	0.0928	0.0086	-2.3775	-0.2206
3	*Phaethornis longirostris*	Colibrí ermitaño mesoamericano	2	0.0206	0.0004	-3.8816	-0.0800
4	*Cathartes aura*	Zopilote aura	1	0.0103	0.0001	-4.5747	-0.0472
5	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	12	0.1237	0.0153	-2.0898	-0.2585
6	*Junco phaeonotus*	Junco ojos de lumbre	12	0.1237	0.0153	-2.0898	-0.2585
7	*Spinus notatus*	Jilguerito encapuchado	17	0.1753	0.0307	-1.7415	-0.3052
8	*Clibanornis rubiginosus*	Musguero castaño	2	0.0206	0.0004	-3.8816	-0.0800
9	*Oriturus superciliosus*	Zacatonero serrano	14	0.1443	0.0208	-1.9357	-0.2794
10	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	5	0.0515	0.0027	-2.9653	-0.1528
11	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	9	0.0928	0.0086	-2.3775	-0.2206
Índice de Simpson			**Índice de Shannon-Wiener**			**Índice de Margalef**	
0.12			2.18			2.19	

Cuadro III-25. Índices de diversidad estimados para el grupo de reptiles.

No.	Especie	Nombre común	No. ejemplares	Pi (Abundancia relativa)	Pi2	Ln(Pi)	PiLn(Pi)
1	*Anolis nebulosus*	Anolis escamoso menor	1	0.5	0.25	-0.6931	-0.3466
2	*Anolis quercorum*	Abaniquillo de encino de Oaxaca	1	0.5	0.25	-0.6931	-0.3466
Índice de Simpson			**Índice de Shannon-Wiener**			**Índice de Margalef**	
0.5			0.69			1.44	

Cuadro III-26. Índices de diversidad por grupo faunístico.

Grupos	Índice de Simpson	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Margalef
Mamíferos	1	0	-
Aves	0.12	2.18	2.19
Reptiles	0.5	0.69	1.44

De acuerdo con los índices de diversidad, nos sugiere que para los tres grupos de fauna muestreados, tanto la diversidad de especies como la riqueza específica es baja en el proyecto.

III.2.3 Paisaje

El paisaje es el conjunto de formas que integran un espacio determinado, en este sentido, es un sistema que está integrado por un conjunto de elementos, agentes y procesos de tipo natural como socioeconómico y cultural de un área determinada. Este componente, puede ser evaluado desde el punto de vista de la visibilidad, calidad visual y su fragilidad.

- **Visibilidad y calidad paisajística**

Derivado de la información recopilada por medio de recorridos de campo, se tiene que el paisaje de la zona de estudio (SAR y el área del proyecto) con respecto a vegetación se reportan tres tipos que corresponden a: Vegetación Secundaria Arbustiva de Pino-Encino, Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña. Tomando como punto referencial lo que será el trazo carretero, se logró apreciar que existe fragmentación de vegetación al encontrarse parches de terreno que están desprovistos de vegetación, que se utilizan principalmente para actividades de agricultura.

Además, la comunidad de Unión de los Ángeles forma parte del paisaje en la zona de estudio, como se puede apreciar en la figura siguiente.



Figura III-24 Visibilidad paisajística observada en la zona de estudio.

Las sierras que integran el SAR presentan una inclinación gradual hacia el oeste, tomando como punto de referencia visual la localidad de Unión de los Ángeles.

- **Fragilidad**

La fragilidad del paisaje hace referencia a la capacidad que se tiene para absorber los cambios que se producirán como consecuencia de la ejecución del proyecto. Al tratarse de la apertura de una carretera Tipo D que tendrá un ancho total de 7 metros (6 metros del área de rodamiento y medio metro cada lado para los acotamientos). Se considera que el área del proyecto y el SAR en general tiene una alta capacidad para absorber los cambios paisajísticos a los que sea sometido, tal es el caso del proyecto que nos ocupa, debido a las condiciones bióticas y abióticas que presenta, sobre todo porque predomina el estrato arbóreo. El SAR ha

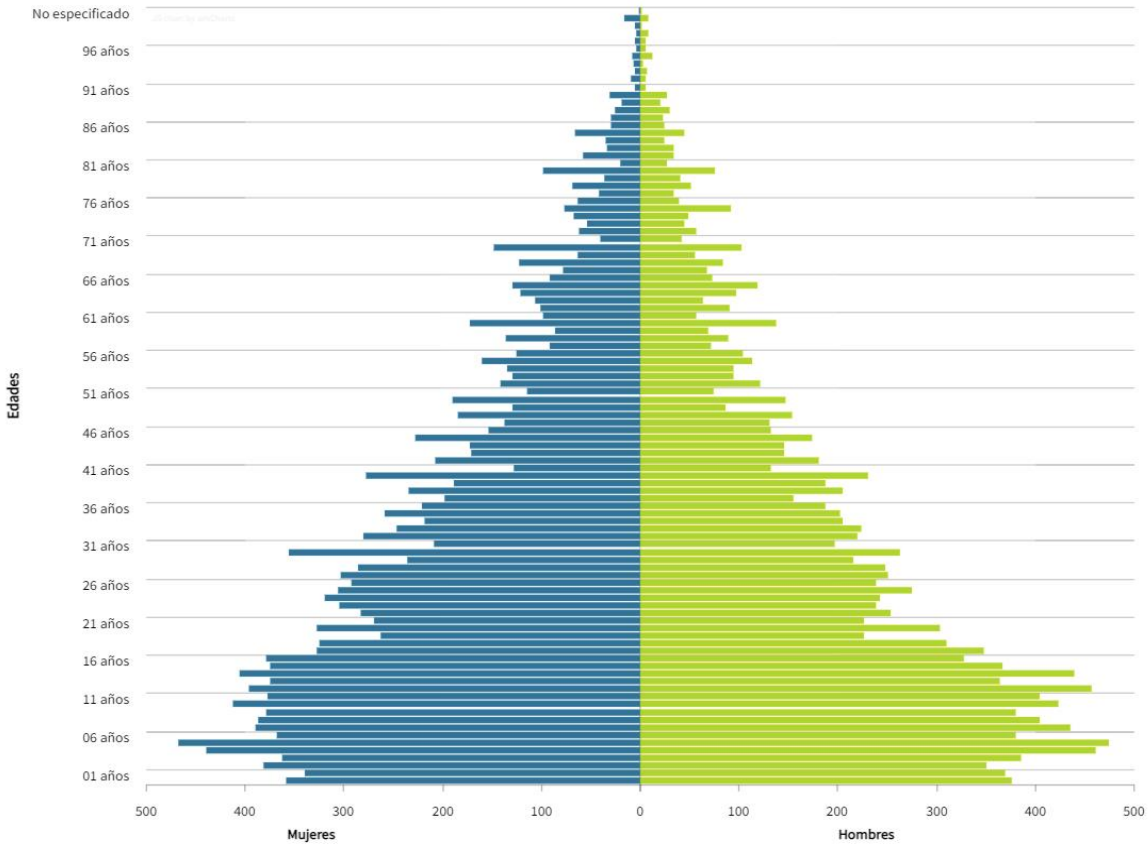
tenido indicios de ser perturbado por diferentes actividades antrópicas causando una fragmentación del paisaje y a pesar de ello ha logrado la regeneración de zonas alteradas.

III.2.4 Medio socioeconómico

III.2.4.1 Demografía

De acuerdo con INEGI (2020), la población total del municipio de Santiago Juxtlahuaca es de 34,735 habitantes; la población femenina representa el 52.42% de la población total y el 47.58% a la población masculina.

CEPAL (2014) divide a la población en cuatro grupos de edad: población juvenil (0-19 años), adultos jóvenes (20-39 años), adultos (40-59 años) y personas de edad (60 años y más), de acuerdo con la pirámide de la población, el municipio de Santiago Juxtlahuaca concentra la mayor parte de sus pobladores en los grupos de población juvenil (44%) y adultos jóvenes (28%).



Fuente: Atlas de género Oaxaca, con datos de INEGI (2020).

Figura III-25 Pirámide poblacional del municipio de Santiago Juxtlahuaca.

La población del municipio de Santiago Juxtlahuaca se distribuye en 88 localidades, en el siguiente cuadro se desglosa las localidades y la población que las conforman.

Cuadro III-27. Localidades del municipio de Santiago Juxtlahuaca y su población.

Localidad	No. de habitantes	Localidad	No. de habitantes
Santiago Juxtlahuaca	10 611	Llano de Juárez Copala	101
Agua Fría	205	Ojo de Agua Copala	211
Cerro Cabeza	473	Paso de Águila Copala	556
Cerro del Pájaro	524	Santa Cruz Tilapa	223
Concepción Carrizal	562	San Florencio	101
Cruz Chiquita	212	San Miguel de Cárdenas	113
La Cumbre Yerba Santa	109	Río Humo	289
Coyuchi	508	**Unión de los Ángeles**	**215**

Localidad	No. de habitantes	Localidad	No. de habitantes
La Ladera	153	Zaragoza Yucunicoco	221
Nicán	137	Agua Fría Copala	196
La Brama Paraje Pérez	62	Benito Juárez Yucunicoco	325
Piedra Azul	68	Pueblo Nuevo del Niño Jesús	63
El Rastrojo	850	Ytutiso (Cerro Tejocote)	13
Río Lagarto	56	Los Planes	14
Río Metates	725	Cerro Plato	26
La Sabana	727	El Ciruelo	27
San Antonio del Progreso	84	El Diamante Juxtlahuaca	119
San Juan Copala	476	Yutazani	78
San Juan Piñas	717	Barrio Vista Hermosa	183
San Lorenzo Manzanal	16	Joya Sabana	37
San Miguel Cuevas	595	Pie de la Cuesta	5
San Pedro Chayuco	515	San Marcos Zochiquilazala	84
Santa Catarina Noltepec	617	El Molino (Camino a Santa Catarina)	1
Santa María Asunción	628	Rancho Filadelfo Beristáin Rivera	14
Santa María Yucunicoco	1 738	Santo Domingo	149
Santa Rosa Caxtlahuaca	1 054	Laguna Guadalupe Yucunicoco	322
Santiago Naranjas	811	Monte Colorado	8
Tacuyá	249	Noventa y Cinco [Unidad Habitacional]	115
Tierra Blanca	894	Cruz Lengua	40
Tilapa	648	Las Arrieras	18
Tinuma de Zaragoza	169	Banco del Coyote	16
Yosoyuxi Copala	829	Loma de Mango	2
Guadalupe Yuchío	81	Río Santiago (La Capilla)	33
Yutusaní	**78**	El Zacate	5
Santos Reyes Zochiquilazola	778	Torre de Babel (Flechador del Sol)	105
Unión de Cárdenas	515	Santo Domingo del Progreso	288
Barranca de Ratón	25	Buena Vista Yucunicoco	99
La Reforma Juquila	269	Colonia Santa Cecilia Itayuyu	132
Infiernillo	26	San Marcos Buena Vista	8
Lázaro Cárdenas Yucunicoco	529	Santa Cruz Yucunicoco	101
Cerro Viejo (Pino Suárez)	36	San Florencio Mártir	51
Cieneguilla	137	Desviación la Raya	17

Localidad	No. de habitantes	Localidad	No. de habitantes
Cuauhtémoc Yucunicoco	225	Yuchío el Alto	99
Lázaro Cárdenas Copala	530	Localidades de una vivienda	3
La Luz Rahelle	661	Localidades de dos viviendas	5

La apertura de la carretera Tipo D, objeto de este proyecto, beneficiará directamente a las localidades de Unión de los Ángeles y Yutusaní. El primero cuenta con 215 habitantes y el segundo con 78 habitantes, por lo que, se estima que el proyecto beneficiará a 293 personas. Este proyecto es indispensable su desarrollo en la zona, puesto que actualmente no cuentan con ninguna vía de comunicación, lo que dificulta el traslado de los productos de la canasta básica en esta zona, además de la carencia de servicios básicos.

En lo que respecta al desarrollo social, el municipio de Santiago Juxtlahuaca se reporta con niveles altos de marginación y rezago social; CONAPO (2025) comenta que la población en situación de pobreza es de 28 562 habitantes, lo que representa el 82.23% de la población total. En el siguiente cuadro se muestra la población por condición de pobreza multidimensional.

Cuadro III-28. Condición de pobreza en el municipio de Santiago Juxtlahuaca.

Condición de pobreza	Población
Vulnerables por carencia social	4 812
Pobreza moderada	13 765
Pobreza extrema	14 797
No pobres y no vulnerables	917
Vulnerables por ingresos	429

La medición de la pobreza se realiza con los siguientes indicadores: el ingreso, rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, acceso a la alimentación, calidad y espacios de la vivienda y accesos a servicios básicos en la vivienda. Con base en los datos obtenidos del censo poblacional del INEGI (2020), se analizará cada indicador respecto al municipio de Santiago Juxtlahuaca.

- **Educación**

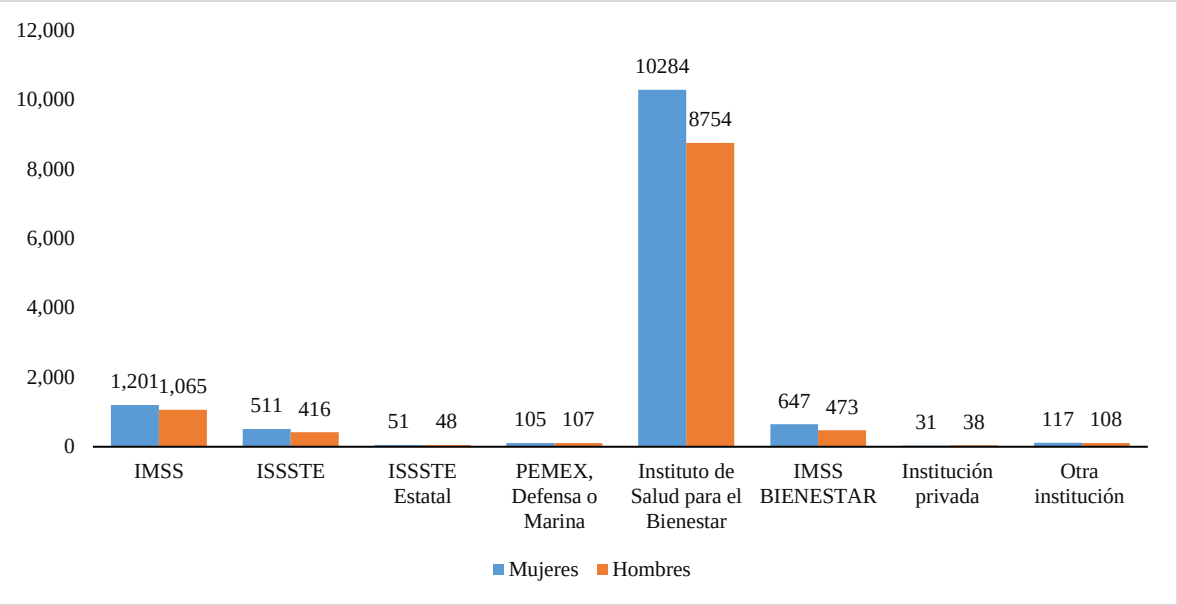
Del total de la población, el nivel de educación en las personas de 15 años a más se reporta de la siguiente manera: 21 762 habitantes cuentan con educación básica, el 3 876 con educación media superior, 1 595 nivel superior, 5 320 sin escolaridad y 71 no fue especificado. En cuanto a la asistencia escolar, el municipio reporta que en el rango de edades de 3 a 5 años, el 74.8% asiste a la escuela, de 6 a 11 años el 95.6%, de 12 a 14 el 88.8% y de 15 a 24 años 34.4%.

El municipio de Santiago Juxtlahuaca reporta que 4 582 de sus habitantes son analfabetas, de esta población 1 512 son hombres y 3 070 mujeres.

El municipio cuenta con la infraestructura necesaria para brindar la educación básica a sus habitantes, de acuerdo con el plan de desarrollo municipal (2025) se tienen 44 instituciones educativas (5 planteles de nivel medio superior, 17 secundarias y telesecundarias, 9 escuelas primarias y 13 jardines de niños).

- **Servicios de salud y acceso a la seguridad social**

La seguridad social en el municipio de Santiago Juxtlahuaca se considera relativamente buena pues de la población total, 23 470 habitantes se encuentran afiliado a algún servicio de salud, 11 251 no tiene acceso a este servicio. No obstante, el 81% de la población se encuentra afiliada al Instituto de Salud para el Bienestar, que otorga la prestación gratuita de servicios de salud y medicamento a personas que no cuentan con seguridad social.



Fuente: Tomada del Atlas de Género, elaborado con datos de INEGI (2020).

Figura III-26 Afiliación de habitantes por género a instituciones de salud.

El Plan de Desarrollo Municipal (2025) indica que en el municipio, el servicio de salud pública se brinda por medio del Instituto Mexicano del Seguro Social, el Hospital Rural Prospera, Servicios de Salud del Estado de Oaxaca con la Casa de la Mujer y cuenta con el servicio particular de consultorio y clínicas de medicina general y especialidades en las que ofrecen sus servicios 7 médicos generales, 2 pediatras, 5 cirujanos, 2 optometristas y 2 gineco-obstretas.

- **Vivienda**

El municipio de Santiago Juxtlahuaca cuenta con 12 067 viviendas particulares en total, de las cuales 7 595 están completamente habitadas. Se reporta que para las viviendas habitadas el número promedio de habitantes es de 4 personas y que el promedio de ocupante por cuarto sea de 1 persona. Del total de las viviendas habitadas 5 685 están construidas sobre piso firme, madera o mosaico y 1 832 cuentan con piso de tierra.

En cuanto a los servicios públicos con los que cuentan las viviendas se reportan los siguientes:

Cuadro III-29. Viviendas con servicios públicos.

Servicios	No. de viviendas
Electricidad	7 212
Agua potable	7 301
Drenaje	5 708
Internet	935

- **Actividades económicas**

INEGI (2020) reporta que, en el municipio de Santiago Juxtlahuaca, de la población de 12 años a más, 25 224 habitantes pertenecen a la población económicamente activa, donde 11 681 habitantes son masculinos y 13 543 femenina.

La actividad económica que ocupa a la población masculina es el sector primario, que involucra actividades como la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza; la población femenina se ocupa en el sector de servicios e incluye las siguientes actividades: transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros. En la siguiente imagen se desglosa la ocupación con menor intervención de la población.

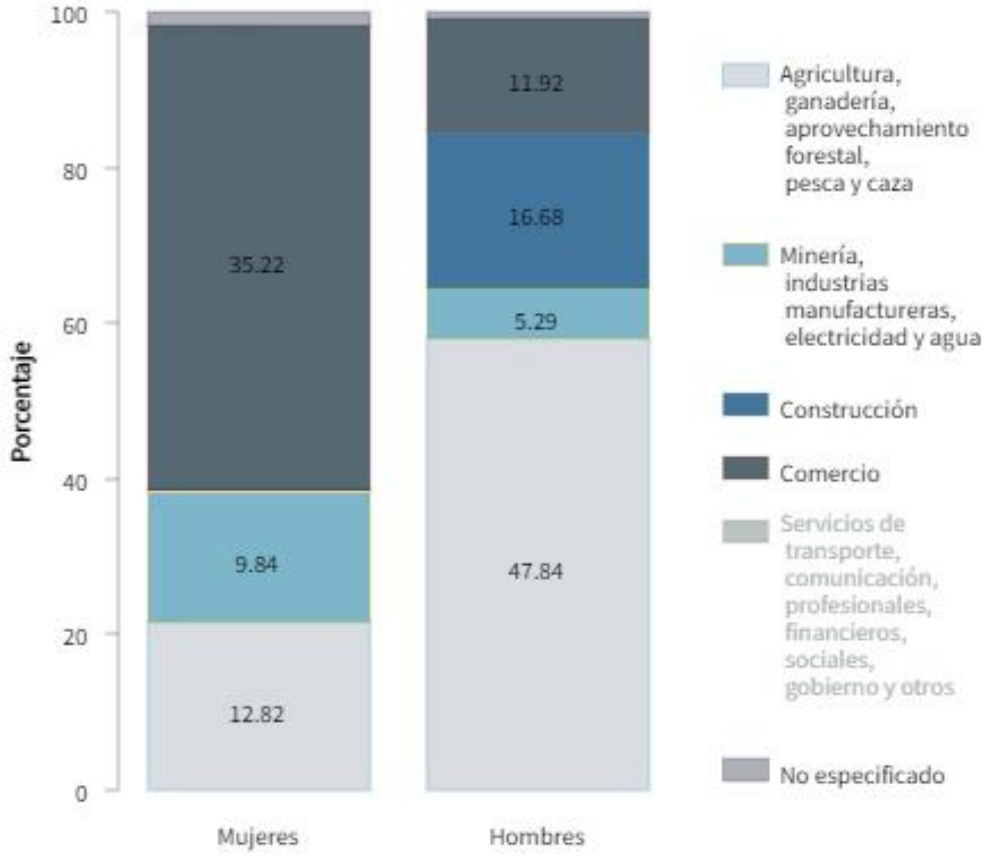


Figura III-27 Principales actividades económicas del municipio de Santiago Juxtlahuaca, Oaxaca.

III.2.4.2 Factores socioculturales

- **Etnicidad**

INEGI (2020) en el panorama sociodemográfico, resalta que en el municipio de Santiago Juxtlahuaca 20 714 habitantes de 5 años a más reportan ser hablantes de alguna lengua indígena, esto corresponde a un 63.63% de la población. Las lenguas indígenas más frecuentes son triqui con el 52.5% de hablantes y mixteco con 47%.

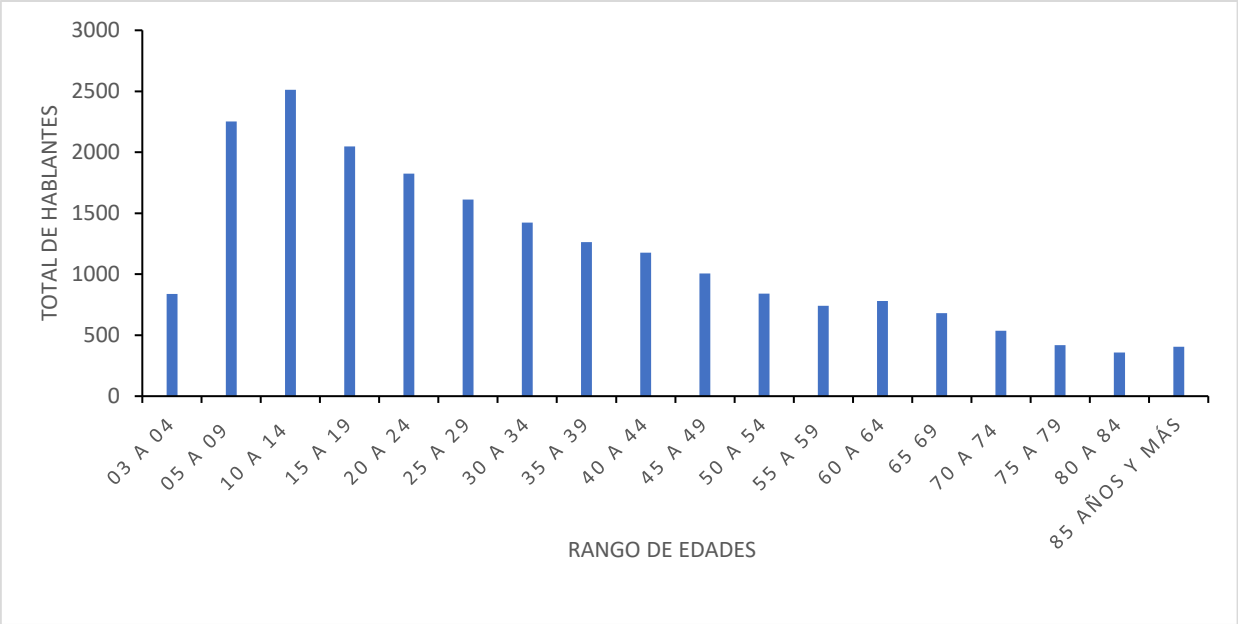


Figura III-28 Número de hablantes de alguna lengua indígena por rango de edad.

De acuerdo con los datos de INEGI (2020) y como se representó en la figura anterior, las lenguas indígenas prevalecen a nivel municipio, ya que hay hablantes indígenas en todos los rangos de edades.

- **Bienes comunales y ejidos**

En el Plan Municipal de Desarrollo (2025) se indica que el municipio de Santiago Juxtlahuaca tiene tres regímenes de tierras que son: comunal (75%) incluye todas las comunidades pertenecientes al municipio, ejidal (12%) y propiedad privada (13%). Por otro lado, los presidentes de los comisariados y representantes de Bienes Comunales, juegan un papel importante dentro del desarrollo social y en el cuidado de los recursos naturales o bienes comunes de la localidad, ya que estos son nombrados en asambleas generales y prácticamente son los encargados de vigilar los recursos naturales del Municipio, que van desde la explotación de la madera, espacios de cultivos comunales, hasta la de delimitar las áreas que corresponden a cada Núcleo de representantes de bienes comunales.

La gran mayoría de los representantes o autoridades Municipales son elegidos en asambleas generales por usos y costumbres, asumiendo la responsabilidad para la que es nombrado en el momento que se le indique (PMD, 2010).

III.3 Diagnostico ambiental

Derivado del análisis realizado de los componentes abióticos y bióticos que comprende el Sistema Ambiental Regional y el área que ocupará el proyecto, se tiene el siguiente diagnóstico:

1. La vegetación presenta áreas conservadas, pero también se observaron fragmentos perturbados, principalmente por actividades antropogénicas.
2. El principal uso que se le da al suelo es para agricultura de subsistencia, siendo la principal actividad de los habitantes de la localidad de Unión de los Ángeles.
3. El componente fauna tiene un papel fundamental en el ecosistema, sobre todo en aquellas áreas sin intervención.
4. En la zona de estudio, el recurso hidrológico es uno de los más utilizados para las actividades del hogar.

Como se ha mencionado, existen fragmentos de predio con carencia de vegetación, debido a que son terrenos que se han destinado para el cultivo de los granos básicos para la alimentación de la población, sin embargo, al ser un área donde el número de habitantes no es muy abundante, 215 para el caso de Unión de los Ángeles y 78 para Yutusaní, se ha practicado el sistema de la milpa que camina, en donde se practica la roza, tumba y quema para poder sembrar por uno, dos o hasta tres años, para después abandonarlo y buscar otro terrenos para realizar el mismo procedimiento; por ello se encontraron predios con vegetación secundaria.

Referente a los componentes abióticos del ecosistema, en general no se han visto modificados por las actividades antropogénicas o por desastres naturales. Aunque el recurso agua, es un líquido indispensable para las diversas actividades de cualquier población humana, las corrientes intermitentes y sobre todo la corriente permanente no presenta algún tipo de problemas, como la contaminación por ejemplo, además de que los pobladores comentaron que no tienen escases del vital líquido.

En términos generales, el SAR y el área que ocupará el proyecto se encuentran en condiciones ecológicas estables y funcionales, aunque algunos de sus componentes han sufrido algunos impactos, sin embargo, han sido resientes ante esos cambios. Tal es el caso de la vegetación.

Por otra parte, el proyecto se ubicará en una zona donde no hay riesgos de ocurrencia de fenómenos naturales que pudieran afectar en un momento dado al proyecto o poner en riesgo al ecosistema, como se aprecia en las Figuras I-2 y IV-12.

En función de las actividades y obras que se tiene previsto desarrollar para la construcción de camino, buscará en todo momento conservar los componentes bióticos y abióticos que interactúan en el ecosistema. Al involucrar cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se garantizará que este se realice de forma específica sólo en el área que se está solicitando la autorización por medio del Estudio Técnico Justificativo. Al tratarse de un proyecto que estará en funciones de forma permanentes, no se puede decir que el ecosistema será resiliente ante este cambio.

El índice de vulnerabilidad que presenta el sitio donde se realizará el proyecto, se realizó mediante los siguientes criterios:

Cuadro III-30. Evaluación del nivel de vulnerabilidad que presenta el sitio donde se realizará el proyecto.

Variable	**Descripción**	**Nivel de vulnerabilidad**
Evento climático-meteorológicos	El SAR y el área del proyecto, no se encuentran en regiones potenciales de deslizamiento de laderas. Además de que tampoco tienen el riesgo de peligro por actividades volcánicas.	Bajo
Elevación del nivel medio del mar	Por su ubicación, no presenta riesgo por aumento en el nivel medio del mar.	Bajo
Cuencas hidrológicas	El proyecto y su SAR se encuentran inmersos dentro de la Región Hidrológica RH20 Costa Chica-Río verde, que drena las aguas en el centro y suroeste de la entidad hacia el Océano Pacífico sin representar ningún tipo de riesgo.	Bajo
Tsunamis	El proyecto no se ubicará en áreas con riesgo de ocurrencia de Tsunamis.	Bajo

Variable	Descripción	Nivel de vulnerabilidad
Asentamientos humanos vulnerables a inundaciones	En la zona de estudio no se reportan Asentamientos humanos considerados como vulnerables a ocurrencia de inundaciones.	Bajo
Densidad de población Marginación social	De acuerdo con el Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2022, el municipio de Santiago Juxtlahuaca presenta un grado de marginación alto.	Alto

En función con los criterios utilizados para medir el nivel de vulnerabilidad que presenta el sitio es bajo en términos generales, lo que significa que el proyecto se desarrollará en sitios sin riesgos, y que brindará beneficios, principalmente a las localidades de Unión de los Ángeles y Yutusaní, pertenecientes al municipio de Santiago Juxtlahuaca.

IV. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

En el presente capítulo se presenta el análisis realizado sobre la interacción que tendrá cada acción o actividad derivado del proyecto con cada uno de los componentes del medio ambiente, a fin de identificar los posibles impactos tanto positivos como negativos, y poner especial atención en los impactos negativos para implementar acciones de prevención, mitigación o en su caso de compensación de forma que no se ponga en riesgo ningún componente del medio en donde se desarrollará el proyecto.

IV.1 Identificación de impactos

IV.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Sanz (1991) define al impacto ambiental como la alteración al medio ambiente donde el hombre desarrolla su vida, ocasionada por un proyecto o actividad que se lleva a cabo,

considera que una acción o proyecto no produce siempre los mismos efectos y ello dependerá del medio receptor.

Conesa (2010), menciona que el impacto ambiental es la alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en algunos de sus componentes. Establece que el impacto ambiental es la diferencia entre el estado futuro del medio natural como consecuencia de la modificación y su estado en el mismo tiempo tal y como habría evolucionado si no se interviniera en él, por lo que estos impactos pueden ser negativos o positivos.

- Impactos negativos: es aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión y demás riesgos ambientales en discordia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada o la incidencia social no deseada de la población del entorno.
- Impactos positivos: aquél admitido por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.

Existe un amplio abanico de opciones de metodologías para identificar los impactos, desde los más simples hasta los más complejos en los que se realiza a través de procesos de ponderación, y se da a conocer una visión global de la magnitud del impacto. Espinoza (2001), menciona que se deben identificar los impactos ambientales significativos para el medio ambiente, ya sean positivos o negativos, a través de metodologías debidamente justificadas. Esta identificación debe enfocarse en:

- Analizar la situación ambiental previa (antecedentes o línea base) en comparación con las transformaciones esperadas del ambiente.
- Prever los impactos directos, indirectos, acumulativos, y los riesgos inducidos que se podrían generar sobre los componentes ambientales.

Para el caso del proyecto, la metodología utilizada para la identificación de los impactos ambientales que causará la apertura de la carretera, fue la lista de chequeo, la cual, de acuerdo con Conesa (2010), es un método de identificación simple, por lo que se usa para

evaluaciones preliminares. La principal ventaja que presenta es que puede ser modificada fácilmente para hacerlas más apropiadas a un proyecto en particular, convirtiéndose así en una ayuda estructurada para establecer los componentes y factores ambientales a considerar en la evaluación de impacto ambiental.

Hay diversos tipos de listas de chequeo, pueden ser simples, descriptivas y con escala simple o ponderada; para este caso en particular, los impactos ambientales del proyecto se identificaron utilizando la lista de chequeo de tipo descriptiva.

La identificación de los impactos, se realizó por etapa del proyecto, analizando los efectos que tendrá cada una de las actividades. A continuación, se presenta el listado de chequeo por cada etapa del proyecto.

Preparación del sitio

Como se indicó en el cronograma de actividades, en esta etapa, se van a realizar actividades como: delimitación del trazo, desmonte y despalme. El desmonte y despalme, son las actividades que mayor impacto generarán a los diferentes componentes tanto ambientales como sociales, de tipo positivo como negativo.

Cuadro IV-1. Lista de chequeo para identificación de los impactos de la etapa de preparación del sitio.

Actividad	Componente ambiental o social	Impacto	Indicador ambiental
Remoción de la vegetación	Flora	Pérdida de cubierta vegetal en 4.82 hectáreas.	Superficie con vegetación antes y después de la ejecución del proyecto.
		Merma de los servicios ambientales que se derivan directamente de la vegetación.	
		Afectación a la vegetación aledaña al área de cambio de uso de suelo	Número de individuos con alguna afectación.
	Fauna	Afectación al hábitat de fauna silvestre y ahuyentamiento de las especies.	Presencia/ausencia de ejemplares faunísticos en el área donde se desarrollará el proyecto.
	Suelo	Susceptibilidad del suelo a erosionarse.	Presencia/ausencia de cárcavas.
		Contaminación del suelo por derrame accidental de combustible.	Presencia/ausencia de aceites o grasas en el suelo.
	Agua	Aumento de la escorrentía superficial y disminución de la infiltración del acuífero.	Nivel de escurrimiento superficial sin y con el proyecto.

Actividad	Componente ambiental o social	Impacto	Indicador ambiental
	Agua, aire y suelo	Generación de residuos sólidos urbanos (RSU) y defecación al aire libre	Cantidad de RSU generado por semana
	Social	Generación de empleos.	Número de personas que realizarán la remoción de la vegetación.
Despalme	Suelo	Pérdida de suelo por efecto del despalme.	Volumen de suelo a remover por el despalme.
		Susceptibilidad del suelo a erosionarse.	Presencia/ausencia de cárcavas.
	Social	Generación de empleos.	Número de personas que laborarán
	Agua, aire y suelo	Contaminación por generación de RSU	Cantidad de RSU a generarse por semana.

De acuerdo con la lista de chequeo, en esta etapa del proyecto, se generarán 10 impactos en caso de no implementarse las medidas de prevención o mitigación. Aunque hay impactos que no se podrán prevenir, tal es el caso de la remoción de la cubierta vegetal, por lo que se deberán implementar medidas de compensación.

Etapa de construcción

A continuación, se presenta el listado de chequeo realizado para la identificación de los impactos a generarse en la etapa de construcción de la carretera.

Cuadro IV-2. Lista de chequeo para identificación de los impactos posibles a generarse por las actividades de la etapa de construcción.

Actividad	Componente ambiental o social	Impacto	Indicador ambiental o social
Excavación en cortes y construcción de terraplenes	Suelo	Susceptibilidad a erosionarse	Número de cárcavas formados
	Agua	Modificación de la calidad de agua.	Enturbiamiento del vital líquido
	Aire	Contaminación por emisión de gases	Nivel de emisiones
	Social	Generación de empleos.	Número de personas que estarán laborando.
Construcción de obras de drenaje	Suelo	Contaminación por generación de RSU	Cantidad de RSU a generarse por semana.
	Agua	Contaminación del agua por generación de residuos sólidos urbanos.	

Actividad	Componente ambiental o social	Impacto	Indicador ambiental o social
	Social	Generación de empleos	Número de personas que estarán laborando.
Instalación de señalamientos	Paisaje	Introducción de elementos ajenos al paisaje	Número de señalamientos provisionales y permanentes a colocarse en todo el trazo carretero.
	Social	Generación de empleos	Número de personas que estarán laborando.
Construcción de bodegas. Instalación de campamentos. Habilitación del patio de maniobras y parea de mantenimiento.	Suelo	Contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos	Cantidad de residuos que a generarse durante la construcción de la bodega y durante el tiempo de operación.
		Compactación del suelo	Nivel de compactación
	Social	Generación de empleos	Número de personas que estarán laborando.

El principal componente que será afectado en esta etapa de construcción, será el suelo, primordialmente por los cortes que se realizarán y la construcción de los terraplenes.

Etapa de operación y mantenimiento

En esta etapa se prevé que la generación de impactos negativos sea mínimo.

Cuadro IV-3. Lista de chequeo para identificación de los impactos posibles a generarse en la etapa de operación y mantenimiento.

Actividad	Componente ambiental o social	Impacto	Indicadores
Operación y mantenimiento	Suelo, agua y aire	Contaminación por generación de residuos	Cantidad de residuos generados por semana.
	Fauna silvestre	Ahuyentamiento de fauna silvestre	Presencia/ausencia de fauna silvestre.
	Social	Generación de empleos	Número de personas a emplear.

Abandono del proyecto

En esta etapa, las principales actividades a desarrollarse comprende el desmantelamiento de las obras adicionales.

Cuadro IV-4. Lista de chequeo para identificación de los impactos posibles a generarse en la etapa de abandono del proyecto.

Actividad	Componente ambiental o social	Impacto	Indicadores
Desmantelamiento de obras provisionales (bodega, campamentos y área de mantenimiento de maquinaria).	Suelo, agua y aire	Contaminación por generación de residuos	Cantidad de residuos a generarse.
	Social	Generación de empleos	Número de personas a requerir para el desmantelamiento.

En la última etapa del proyecto, se identificaron dos impactos, uno positivo u otro negativo, pero que se puede mitigar.

IV.2 Caracterización de los impactos

Después de haber identificado los impactos ambientales por medio de listas de chequeo de tipo descriptivo, para cada una de las etapas del proyecto, se procedió a caracterizarlos utilizando los criterios propuestos por Conesa (2010), quien asigna un intervalo de valores cuantitativos a cada criterio dependiendo de la naturaleza del impacto.

En los siguientes apartados se describen los criterios utilizados y su valoración.

Extensión (EX): Se refiere, al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor. Se califica dependiendo del área de influencia.

Área de influencia	Valor
Puntual	1
Parcial	2
Amplio o extenso	4
Total	8
Crítico	(+) 8

Persistencia o duración (PE): Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición, y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción. Tomando los siguientes valores:

Permanencia del efecto	Valor
Fugaz (menor a 1 año)	1
Temporal, de 1 a 10 años	2
Permanente (más de 10 años)	4

Sinergia (SI): Se refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. Se evalúa de la siguiente manera:

Atributo	Valor
Sin sinergismo o simple	1
Sinérgico moderado	2
Muy sinérgico	4

Efecto (EF): Relación causa-efecto, o sea la forma de manifestación del efecto sobre el factor, como consecuencia de una acción. Modo de evaluación:

Tipo de efecto	valor
Secundario	1
Directo o primario	4

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas al acto, por medio de la intervención humana, o sea, mediante la introducción de medidas correctoras y restauradoras. Puede tomar los siguientes valores:

Posibilidad de reconstrucción	Valor
Manera inmediata	1
En el mediano plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8

Intensidad (IN): Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa. Se evalúa de la siguiente forma:

Grado de afectación	Valor
Mínima	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Destrucción total	12

Momento (MO): Plazo de manifestación del impacto, alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto, sobre el factor del medio considerado y se evalúa de la siguiente manera:

Plazo de manifestación	Valor
Largo (más de 5 años)	1
Mediano (de 1 a 5 años)	2
Inmediato (<1 año)	4
Crítico	(+) 4

Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez ésta deja de actuar sobre el medio. Esto se evalúa de la siguiente manera:

Plazo de reversibilidad	Valor
Corto	1
Mediano	2
Irreversible	4

Acumulación (AC): Incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Toma los siguientes valores:

Manifestación del efecto	Valor
Acción que no produce efecto acumulativo	1
Acción que produce efecto acumulativo	4

Periodicidad (PR): Regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera continua (las acciones que lo producen permanecen constantes en el tiempo), o discontinua (las acciones que lo producen actúan de manera regular intermitente, o irregular o esporádica en el tiempo). Esto toma los siguientes valores:

Periodicidad	Valor
Irregular o discontinuo	1
Periódico	2
Continuo	4

Signo: el signo del impacto hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de los distintos factores considerados. El impacto se considera positivo cuando el resultado sobre el factor ambiental considerado produce mejora de la calidad ambiental. Se considera negativo cuando el resultado de la acción produce una disminución de la calidad ambiental del factor considerado.

La importancia de cada impacto se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{Importancia\ del\ impacto} = \pm[(3 \times IN) + PE + SI + EF + RV + (2 \times EX) + MO + MC + AC + PR]$$

Donde:

IN= Intensidad

EX= Extensión

PE= Persistencia

MO= Momento

SI= Sinergia

MC= Recuperabilidad

EF= Efecto

AC= Acumulación

RV= Reversibilidad

PR= Periodicidad

Una vez que se estima la importancia del impacto utilizando la expresión anterior, se clasifica su relevancia de acuerdo al siguiente cuadro.

Cuadro IV-5. Valores de importancia para caracterización de los impactos.

Valor de importancia	Relevancia del impacto	Caracterización
<25	Irrelevante /compatible	**I**
25 a 50	Moderado	**M**
51 a 75	Severo	**S**
>75	Crítico	**C**

IV.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático

Los indicadores ambientales son elementos de síntesis que nos dan idea de la situación ambiental de un área determinada (Conesa, 2009). La determinación de los indicadores ambientales se ajusta a unos criterios más o menos aceptados que se refieren a la necesidad de:

a) Establecer indicadores cuya comprensión sea sencilla y accesible.
b) Que cada indicador constituya una expresión clara de estado y tendencia generalizable al área temática de referencia.
c) Que exista una relación causal inequívoca entre el indicador y el valor interpretativo que se le confiere.

Los indicadores a utilizar para este proyecto, son los siguientes:

- **Tasa de renovación.** Este indicador aplica para los recursos renovables, en este sentido, el proyecto modificará la vegetación del área donde se aperturará la carretera por medio de la remoción de este elemento, sin embargo, este recurso se considera renovable o recuperable; para ello, el promovente del proyecto deberá reforestar con especies propias de los tipos de vegetación en un área de compensación con superficie equivalente al que será afectado. El indicador a utilizar será el porcentaje de sobrevivencia de la reforestación a realizar.
- **Tasa de aprovechamiento.** Refiere al uso correcto de los recursos ante los cambios que generará el proyecto. Nuevamente le aplica al recurso vegetal; se prevé el

aprovechamiento de la madera que será removido en el área donde se realizará el cambio de uso de suelo. Se propone donar la madera a los pobladores de la región para usos en construcción o en su caso como leña. El indicador a utilizar será el porcentaje del volumen de madera a aprovechar sobre el total a derribar.

- **Valores de intensidad de uso.** El desarrollo del proyecto durante todas sus etapas de deberá utilizar los recursos sólo en áreas requeridas y en cantidades necesarias, sin arriesgar ningún elemento del medio ambiente, de forma que persista el equilibrio ecológico.
- **Vocación natural de uso y de aprovechamiento del recurso.** Se respetará el uso de cada uno de los recursos que tiene por vocación a fin de no generar impactos innecesarios.
- **Limitaciones.** El proyecto se desarrollará en un área específica que estará bien delimitado o definido, por lo que, la incidencia del proyecto será de forma puntual en el área de interés. El nuevo uso que se le dará al área en cuestión será de forma permanente, sin embargo no pondrá en riesgo al ambiente.
- **Capacidad de dispersión de la atmósfera, para los contaminantes potenciales.** El indicador de referencia que se usará para evaluar las emisiones a la atmósfera por la operación de la maquinaria pesada será el nivel máximo permisible de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas en vigor. La constructora que estará a cargo de la obra, será el responsable de realizar las labores de mantenimiento periódico de las unidades para asegurar que el nivel de emisiones no rebasen los límites máximos permisibles.

IV.3 Valoración de los impactos

De acuerdo con los criterios referidos en apartados previos, y con el listado de chequeo para cada una de las etapas del proyecto, se procedió a realizar la valoración de los impactos utilizando la matriz de Leopold modificado, para cada una de las etapas del proyecto, mismos que se presentan en los cuadros siguientes.

Cuadro IV-6. Valoración de impactos de la etapa de preparación del sitio.

Significancia: 1-25 Irrelevante (I); 26-50 Moderado (M); 51-75 Severo (S); 76-100 Critico (C)	Atributos / Impactos ambientales sobre:	**Naturaleza** Adverso (-) Benéfico (+)	**Extensión (EX)** Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Total (8)	Critica (+8)	**Persistencia (PE)** <1 año-fugaz (1)	1 a 10 años-temporal (2)	>10 años- permanente (4)	**Sinergia (SI)** Sin sinergismo (1)	Sinergia moderada (2)	Altamente sinérgico (4)	**Efecto (EF)** Secundario (1)	Directo o primario (4)	**Recuperabilidad (MC)** Totalmente recuperable (1)	Recuperable de manera inmediata (2)	Recuperación parcial y mitigable (4)	Irrecuperable (8)	**Intensidad (IN)** Afectación mínima (1)	Afectación media (2)	Afectación alta (4)	Afectación muy alta (8)	Destrucción total (12)	**Momento (MO)** Largo, más de 5 años (1)	Medio plazo, 1 a 5 años (2)	<1 año-inmediato (4)	Critico + 4	**Reversibilidad (RV)** Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (4)	**Acumulación (AC)** Simple (1)	Acumulativo (4)	**Periodicidad (PR)** Irregular o discontinuo (1)	Periódico (2)	Continuo (4)	**Importancia** Ma = + (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	Categoría
Flora	Pérdida de cubierta vegetal en 4.82 hectáreas	(-)	1					4			1			4		4				12					4				2			1			1			**59**	**S**
Flora	Merma de los servicios ambientales que se derivan directamente de la vegetación	(-)	2					4			1			1		2				2					4				2			4			1			**29**	**M**
Flora	Afectación a la vegetación aledaña al área de cambio de uso de suelo	(-)	1					2			1			4		4				2					4				2			1			1			**27**	**M**
Fauna	Afectación al hábitat de fauna silvestre y ahuyentamiento de las especies	(-)	1					4			1			4		4				2					4				2			1			1			**29**	**M**

Significancia: 1-25 Irrelevante (I) 26-50 Moderado (M) 51-75 Severo (S) 76-100 Critico (C)	Atributos / Impactos ambientales sobre:	**Naturaleza** Adverso (-) Benéfico (+)	**Extensión (EX)** Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Total (8)	Critica (+8)	**Persistencia (PE)** <1 año-fugaz (1)	1 a 10 años-temporal (2)	>10 años- permanente (4)	**Sinergia (SI)** Sin sinergismo (1)	Sinergia moderada (2)	Altamente sinérgico (4)	**Efecto (EF)** Secundario (1)	Directo o primario (4)	**Recuperabilidad (MC)** Totalmente recuperable (1)	Recuperable de manera inmediata (2)	Recuperación parcial y mitigable (4)	Irrecuperable (8)	**Intensidad (IN)** Afectación mínima (1)	Afectación media (2)	Afectación alta (4)	Afectación muy alta (8)	Destrucción total (12)	**Momento (MO)** Largo, más de 5 años (1)	Medio plazo, 1 a 5 años (2)	<1 año-inmediato (4)	Critico + 4	**Reversibilidad (RV)** Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (4)	**Acumulación (AC)** Simple (1)	Acumulativo (4)	**Periodicidad (PR)** Irregular o discontinuo (1)	Periódico (2)	Continuo (4)	**Importancia** Ma = + (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	Categoría
Suelo	Susceptibilidad del suelo a erosionarse	(-)			1				2			1		1				2				1				4				2			1			1		**19**	**I**
	Contaminación del suelo por derrame accidental de combustible	(-)			1				1			1		4				2				1				4				1			1			1		**20**	**I**
	Pérdida del suelo por efecto el despalme	(-)			1				4			1		4				8				4				4				4			1			1		**41**	**M**
Agua	Aumento de la escorrentía superficial y disminución de la infiltración del acuífero	(-)			1				1			1		4				2				2				2				2			1			1		**22**	**I**
Agua, aire, suelo	Generación de residuos sólidos urbanos(RSU) y defecación al aire libre	(-)			1				1			1		4				1				1				4				1			1			1		**19**	**I**
Social	Generación de empleos	(+)			1				1			1		4				8				1				4				1			1			1		**26**	**M**

De acuerdo con la matriz de Leopold para la valoración de impactos, de los identificados a generarse en la etapa de preparación del sitio, uno resultó en la categoría de severo y se trata de la pérdida de cubierta vegetal en 4.82 hectáreas, este impacto no se podrá prevenir, sin embargo, sí se podrá compensar.

Cinco impactos mas, resultaron en la categoría de moderado, de los cuales uno de ellos se trata de un impacto positivo (generación de empleos); dos se pueden prevenir (afectación a la vegetación aledaña y afectación al hábitat de fauna silvestre y ahuyentamiento de los ejemplares) y uno más se puede compensar (merma de los servicios ambientales que se derivan directamente de la vegetación).

Cuadro IV-7. Valoración de impactos de la etapa de construcción.

Significancia:		Atributos	**Naturaleza**	**Extensión (EX)**					**Persistencia (PE)**			**Sinergia (SI)**			**Efecto (EF)**		**Recuperabilidad (MC)**				**Intensidad (IN)**					**Momento (MO)**				**Reversibilidad (RV)**			**Acumulación (AC)**		**Periodicidad (PR)**			**Importancia**	
1-25 Irrelevante (I) 26-50 Moderado (M) 51-75 Severo (S) 76-100 Crítico ©			Adverso (-) Benéfico (+)	Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Total (8)	Critica (+8)	<1 año-fugaz (1)	1 a 10 años-temporal (2)	>10 años- permanente (4)	Sin sinergismo (1)	Sinergia moderada (2)	Altamente sinérgico (4)	Secundario (1)	Directo o primario (4)	Totalmente recuperable (1)	Recuperable de manera inmediata (2)	Recuperación parcial y mitigable (4)	Irrecuperable (8)	Afectación mínima (1)	Afectación media (2)	Afectación alta (4)	Afectación muy alta (8)	Destrucción total (12)	Largo, más de 5 años (1)	Medio plazo, 1 a 5 años (2)	<1 año-inmediato (4)	Critico + 4	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (4)	Simple (1)	Acumulativo (4)	Irregular o discontinuo (1)	Periódico (2)	Continuo (4)	Ma = + (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	Categoría
Impactos ambientales sobre:																																					
Suelo	Susceptibilidad a erosionarse		(-)	2					2			1			4		2				2					4				2			1		1			27	M
	Contaminación del suelo por generación de RSU		(-)	1					2			1			4		1				2					4				1			1		1			23	I
	Compactación del suelo		(-)	1					4			1			4		8				4					4				4			1		4			44	M
Agua	Modificación de la calidad del agua		(-)	2					1			1			1		1				2					4				1			1		1			21	I
	Contaminación del agua por generación de RSU		(-)	2					1			1			4		1				1					4				1			1		1			21	I

Significancia:		Naturaleza	Extensión (EX)					Persistencia (PE)			Sinergia (SI)			Efecto (EF)		Recuperabilidad (MC)				Intensidad (IN)					Momento (MO)				Reversibilidad (RV)			Acumulación (AC)		Periodicidad (PR)			Importancia	
1-25 Irrelevante (I) 26-50 Moderado (M) 51-75 Severo (S) 76-100 Crítico ©	Atributos	Adverso (-) Benéfico (+)	Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Total (8)	Critica (+8)	<1 año-fugaz (1)	1 a 10 años-temporal (2)	>10 años- permanente (4)	Sin sinergismo (1)	Sinergia moderada (2)	Altamente sinérgico (4)	Secundario (1)	Directo o primario (4)	Totalmente recuperable (1)	Recuperable de manera inmediata (2)	Recuperación parcial y mitigable (4)	Irrecuperable (8)	Afectación mínima (1)	Afectación media (2)	Afectación alta (4)	Afectación muy alta (8)	Destrucción total (12)	Largo, más de 5 años (1)	Medio plazo, 1 a 5 años (2)	<1 año-inmediato (4)	Critico + 4	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (4)	Simple (1)	Acumulativo (4)	Irregular o discontinuo (1)	Periódico (2)	Continuo (4)	Ma = + (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	Categoría
Impactos ambientales sobre:																																					
Aire	Contaminación por emisión de gases	(-)	2					1			1			4		1				1					4				1			1		1			21	I
Paisaje	Introducción de elementos ajenos al paisaje	(-)	1					4			1			4		4				1					4				1			1		4			28	M
Social	Generación de empleos	(+)	1					1			1			4		2				1					4				1			1		1			20	I

En la etapa de construcción, se ha identificado un impacto de naturaleza positiva con categoría de irrelevante de acuerdo con la matriz de Leopold. Tres de los impactos se evaluaron como de magnitud moderada, por lo que, se deberán implementar medidas de prevención y mitigación a fin de atenuar su efecto negativo. Cinco de los impactos se consideran como irrelevantes de acuerdo con la valoración de matrices, lo cual no significa que no deben de realizar acciones de prevención, mitigación o compensación.

Cuadro IV-8. Valoración de impactos de la etapa de operación y mantenimiento.

Significancia:		Atributos	**Naturaleza**	**Extensión (EX)**					**Persistencia (PE)**			**Sinergia (SI)**			**Efecto (EF)**		**Recuperabilidad (MC)**				**Intensidad (IN)**					**Momento (MO)**				**Reversibilidad (RV)**			**Acumulación (AC)**		**Periodicidad (PR)**			**Importancia**	
1-25 Irrelevante (I) 26-50 Moderado (M) 51-75 Severo (S) 76-100 Crítico ©			Adverso (-) Benéfico (+)	Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Total (8)	Critica (+8)	<1 año-fugaz (1)	1 a 10 años-temporal (2)	>10 años- permanente (4)	Sin sinergismo (1)	Sinergia moderada (2)	Altamente sinérgico (4)	Secundario (1)	Directo o primario (4)	Totalmente recuperable (1)	Recuperable de manera inmediata (2)	Recuperación parcial y mitigable (4)	Irrecuperable (8)	Afectación mínima (1)	Afectación media (2)	Afectación alta (4)	Afectación muy alta (8)	Destrucción total (12)	Largo, más de 5 años (1)	Medio plazo, 1 a 5 años (2)	<1 año-inmediato (4)	Critico + 4	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (4)	Simple (1)	Acumulativo (4)	Irregular o discontinuo (1)	Periódico (2)	Continuo (4)	Ma = + (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	Categoría
Impactos ambientales sobre:																																					
Suelo, agua y aire	Contaminación por generación de residuos		(-)	1					1			1			4		1				1					1				1			1			1			**16**	**I**
Fauna silvestre	Ahuyentamiento de fauna silvestre		(-)	1					4			1			4		8				1					1				4			4			2			**33**	**M**
Social	Generación de empleos		(+)	1					2			1			4		8				1					1				1			1			1			**24**	**I**

En la etapa de operación y mantenimiento de la carretera, dos de los impactos posibles a generarse fueron evaluados como irrelevantes, de los cuales uno es positivo y otro es negativo; el impacto negativo es prevenible. El último impacto se considera como moderado y se trata del ahuyentamiento de la fauna silvestre que se prevé ocurrirá por la circulación de las unidades de motor.

Cuadro IV-9. Valoración de impactos de la etapa de abandono del proyecto.

Significancia:		Atributos	**Naturaleza**	**Extensión (EX)**					**Persistencia (PE)**			**Sinergia (SI)**			**Efecto (EF)**		**Recuperabilidad (MC)**				**Intensidad (IN)**					**Momento (MO)**				**Reversibilidad (RV)**			**Acumulación (AC)**		**Periodicidad (PR)**			**Importancia**	
1-25 Irrelevante (I) 26-50 Moderado (M) 51-75 Severo (S) 76-100 Crítico ©			Adverso (-) Benéfico (+)	Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (4)	Total (8)	Critica (+8)	<1 año-fugaz (1)	1 a 10 años-temporal (2)	>10 años- permanente (4)	Sin sinergismo (1)	Sinergia moderada (2)	Altamente sinérgico (4)	Secundario (1)	Directo o primario (4)	Totalmente recuperable (1)	Recuperable de manera inmediata (2)	Recuperación parcial y mitigable (4)	Irrecuperable (8)	Afectación mínima (1)	Afectación media (2)	Afectación alta (4)	Afectación muy alta (8)	Destrucción total (12)	Largo, más de 5 años (1)	Medio plazo, 1 a 5 años (2)	<1 año-inmediato (4)	Crítico + 4	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	Irreversible (4)	Simple (1)	Acumulativo (4)	Irregular o discontinuo (1)	Periódico (2)	Continuo (4)	Ma = + (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)	Categoría
Impactos ambientales sobre:																																					
Suelo, agua y aire	Contaminación por generación de residuos		(-)	1					1			1			4		1				1					1				1			1			1			**16**	**I**
Social	Generación de empleos		(+)	1					1			1			4		8				1					1				1			1			1			**23**	**I**

En la etapa de abandono del proyecto, que consiste básicamente en el desmantelamiento de las obras provisionales que se requerirá para la construcción de la obra, es posible que se generen dos impactos, uno positivo y otro negativo pero que se puede prevenir con las medidas adecuadas. Ambos impactos fueron evaluados como de categoría irrelevante, como se muestra en el cuadro anterior.

IV.4 Impactos residuales

Los impactos residuales son aquellos que persisten aún con la aplicación de las medidas de mitigación o compensación.

De los impactos identificados en cada una de las etapas del proyecto, por la naturaleza del proyecto que estará en operación de forma constante, uno de los impactos que persistirá su efecto será el ahuyentamiento de la fauna silvestre, como consecuencia de los ruidos que se genere por la circulación y operación de las unidades de motor.

IV.5 Impactos acumulativos

Se analizó los cambios visibles que han ocurrido en el área que integra el Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto, con apoyo de imágenes satelitales obtenidas de Google earth, para determinar los impactos acumulativos, considerando los impactos que generará el presente proyecto.

Las imágenes del año 2011 muestran la apertura de una carretera de terracería en el lado noreste del SAR, lo que significó remoción de cubierta vegetal. En este mismo año, se aprecian predios que son destinados para actividades de agricultura en donde actualmente se encuentra asentada la población de Unión de los Ángeles, lo que también se traduce en pérdida de vegetación abarcando así a más superficie sin cobertura y con la apertura del camino objeto de este proyecto, el impacto que se considera como acumulativo, será la pérdida de cubierta vegetal en 4.82 hectáreas.

En la siguiente figura, obtenida de Google earth, se aprecia las áreas que han ido perdiendo vegetación.

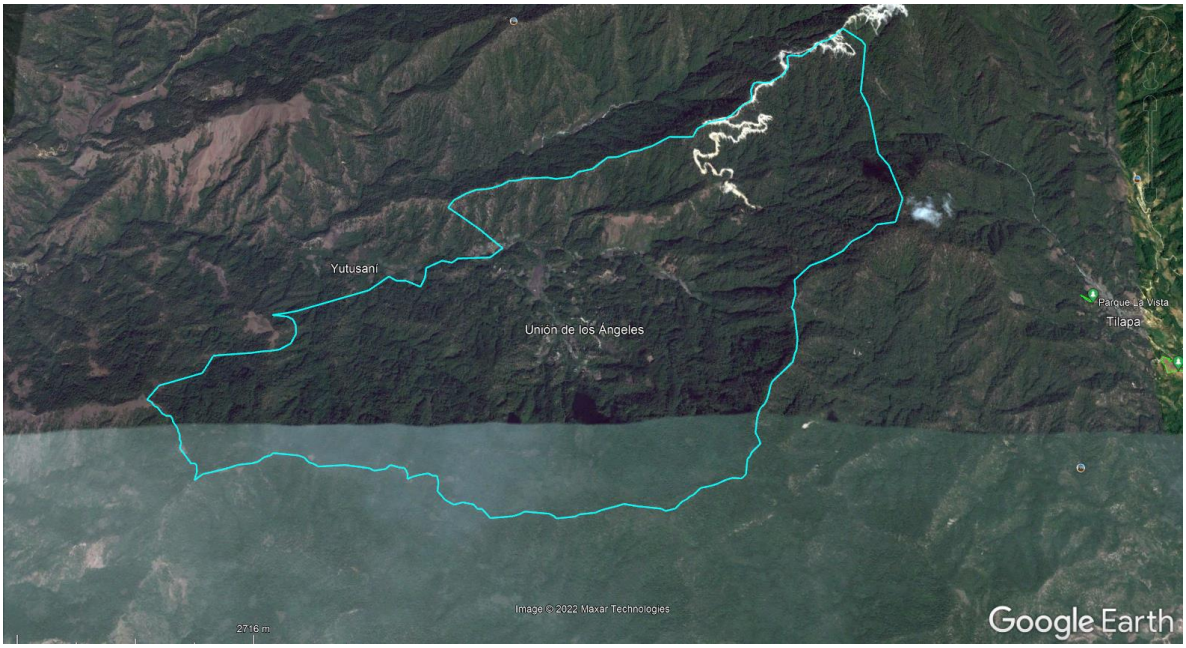


Figura IV-1 Cambio de uso de suelo por apertura de carretera.

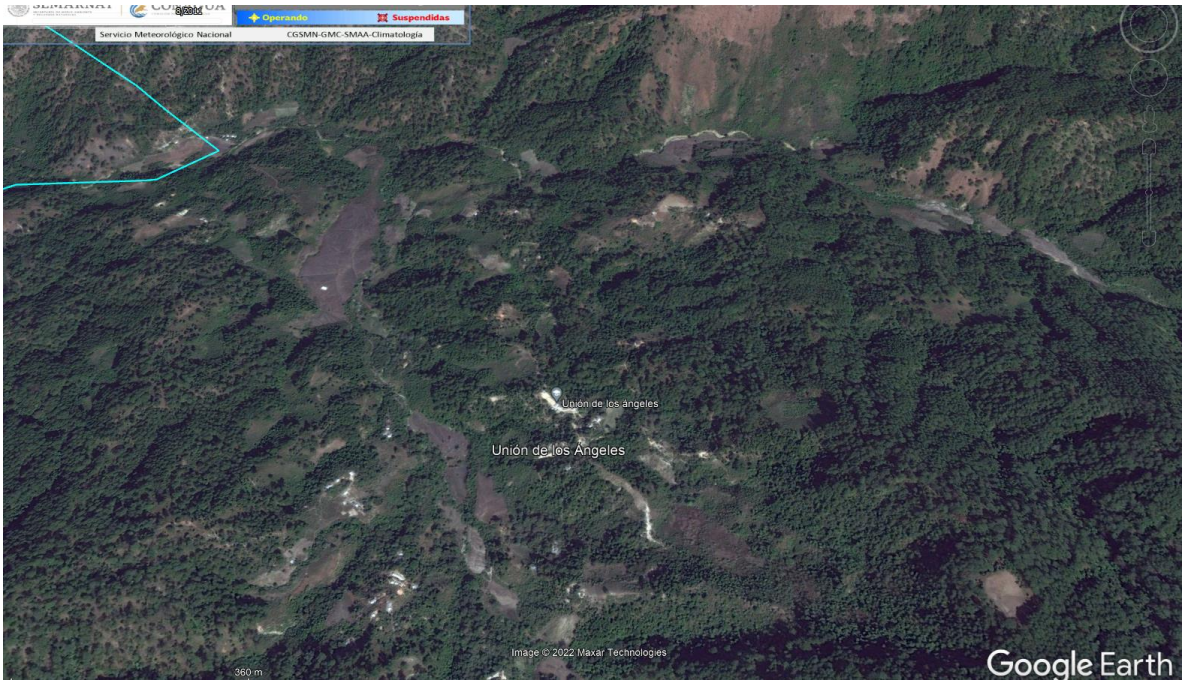


Figura IV-2 Cambio de uso de suelo por actividades de agricultura.

Se concluye que el impacto que se va a derivar por el desarrollo del proyecto es la pérdida de cubierta vegetal de forma específica en 4.82 hectáreas, este efecto será acumulativo a los efectos de otras actividades que ya se han desarrollado en el SAR.

Aunque para este proyecto, el promovente deberá reforestar un área con superficie equivalente al que estará sujeto a cambio de uso de suelo, de manera que se asegure la conservación de la biodiversidad y para compensar el impacto de pérdida de vegetación por la remoción del mismo.

IV.6 Resumen y conclusiones

En función con la identificación de los impactos, así como su valoración por medio de la matriz de Leopold modificado, se concluye que las etapas que más impactos negativos generará son: preparación del sitio y construcción. El primero por las actividades de remoción de la vegetación y el despalme que impactan de forma directa a los componentes: flora, suelo y fauna. Estos impactos, no se podrán prevenir puesto que las actividades son necesarias para el desarrollo del proyecto, sin embargo, se puede mitigar y compensar los efectos negativos.

Al tratarse de un proyecto de infraestructura carretera, que estará en operación una vez que se concluya, se prevé que tendrá un impacto residual siendo el ahuyentamiento de fauna silvestre de forma puntual en el área del proyecto y esto se originará por el ruido que se generará por la circulación de las unidades de motor.

Otro de los impactos a generarse, se considera como un impacto acumulativo al tratarse de un cambio de uso de suelo, ya que como se observó en las imágenes satelitales de Google earth, dentro del SAR hay predios que actualmente estás desprovistos de vegetación y son consecuencia de actividades que se han estado desarrollado en la zona como: actividades de agricultura y construcción de vías de comunicación. Sin embargo, para este proyecto, se resalta que el promovente deberá reforestar un área equivalente al que se removerá la vegetación para compensar la superficie de cambio de uso de suelo.

En función de los impactos identificados se hará la proposición de medidas de prevención, mitigación o compensación, de forma que el proyecto no genere desequilibrios ecológicos en el medio ambiente donde pretende establecerse.

IV.7 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Después del análisis de identificación de los impactos a generarse en cada una de las etapas del proyecto, se han propuesto medidas de prevención, mitigación y compensación según sea el caso. Las medidas propuestas se consideran las más idóneas para prevenir, mitigar o en su caso compensar los efectos negativos que se generará en cada proceso de desarrollo del proyecto.

Hay algunas medidas que se consideran como generales, ya que son aplicables a más de un impacto y que se deberán implementar durante todas las etapas de desarrollo del proyecto, tales como:

1. Pláticas de concientización ambiental
2. Colocación de letreros alusivos al cuidado del medio ambiente.

En los cuadros siguientes, se indica cada uno de las medidas que el promovente y la constructora a cargo de realizar el proyecto deberán de implementar.

Cuadro IV-10. Medidas de prevención, mitigación y compensación para cada uno de los impactos a generarse en la etapa de preparación del sitio.

Componente	Impactos	Medidas	Tipo de medida	Mecanismo de implementación	Medidas de éxito esperadas	Medidas correctoras	Duración de la medida
Flora	Pérdida de cubierta vegetal en 4.82 hectáreas	Rescatar y reubicar especies florísticas de mayor importancia ecológica y las listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prevención	El promovente deberá contratar a especialistas en la materia, quienes serán los encargados de rescatar y reubicar las especies con técnicas que garanticen la sobrevivencia y adaptación al nuevo sitio	Número de ejemplares rescatados y reubicados, así como el porcentaje de sobrevivencia	Realizar las labores culturales a los ejemplares reubicados	Durante el tiempo de vida útil del proyecto
	Merma de los servicios ambientales que se derivan directamente de la vegetación	Reforestación en un área de compensación con superficie equivalente al afectado	Compensación	Esta actividad deberá estar a cargo de especialistas con experiencia en esta actividad para asegurar la sobrevivencia de las plántulas	Superficie reforestada y porcentaje de sobrevivencia	Reposición de plántulas	Darle seguimiento a la reforestación por cinco años para asegurar el éxito del programa
	Afectación a la vegetación aledaña al área sujeta a cambio de uso de suelo	Aplicación del derribo direccional	Prevención	Se aplicarán cortes direccionales por profesionales en el ramo	Número de individuos que se encuentran en áreas aledañas que resulten con afectación por el desmonte		Durante la etapa de preparación del sitio
Fauna	Afectación al hábitat de fauna silvestre y ahuyentamiento de las especies	Ahuyentar, rescatar y reubicar los ejemplares previo al desmonte	Prevención	Lo deberá realizar una brigada de especialistas en el área	Número de ejemplares rescatados y reubicados y la presencia/ausencia de individuos en el área de trabajo	Continuar con el ahuyentamiento de los ejemplares	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción
Suelo	Susceptibilidad del suelo a erosionarse	Dejar el suelo desnudo el menor tiempo posible y construir obras de drenaje	Mitigación	Se sugiere aperturar la carretera conforma se vaya desmotando y realizando el despalme a fin de no dejar desnudo el suelo por tiempos prolongados	Presencia/ausencia de formación de cárcavas previo a la apertura de la carretera	Construcción de más obras de drenaje	Durante la etapa de construcción

Componente	Impactos	Medidas	Tipo de medida	Mecanismo de implementación	Medidas de éxito esperadas	Medidas correctoras	Duración de la medida
	Contaminación del suelo por derrame accidental de combustible	Contar con un kit antiderrame y realizar el protocolo de acción ante derrame o vertido accidental	Mitigación	Durante las etapas de apertura de la carretera, se deberá contar con una brigada especializada que atienda este tipo de eventos	Número de casos de derrames e implementación del protocolo de acción ante un derrame	Realizar labores de mantenimiento a la maquinaria y revisar el estado de cada unidad previo a iniciar cada jornada laboral	Durante la etapa de construcción
	Contaminación por generación de residuos sólidos urbanos y defecación al aire libre	Instalación de contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos e instalación de sanitarios portátiles	Prevención	Los contenedores deberán colocarse en sitios estratégicos y reubicarlos conforme se vaya avanzando con las actividades	Número de RSU dispersos en el área de trabajo y número de casos de defecación al aire libre detectados	Recoger todo el residuos que se observe en sitio y prohibir al personal la defecación al aire libre	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del proyecto
	Pérdida de suelo por despalme	Colocar y distribuir el suelo producto del despalme en áreas autorizadas	Mitigación	Estará a cargo de la empresa constructora en coordinación con las autoridades correspondientes	Presencia de suelo formando cárcavas en el área del proyecto		
Agua	Aumento de la escorrentía superficial y disminución de la infiltración del acuífero	Construcción de obras de drenaje	Mitigación	Estará a cargo de la empresa constructora	Cantidad de agua escurriendo de forma superficial visible.		
	Contaminación por generación de residuos sólidos urbanos	Instalación de contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos	Prevención	Los contenedores deberán colocarse en sitios estratégicos y reubicarlos conforme se vaya avanzando con las actividades	Cantidad de RSU dispuesto en el área de trabajo	Recolectar los RSU que se encuentren dispersos en el área	Durante la apertura de la carretera
Aire	Contaminación por generación de residuos sólidos urbanos	Instalación de contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos	Prevención	Los contenedores deberán colocarse en sitios estratégicos y reubicarlos conforme se vaya avanzando con las actividades	Cantidad de RSU dispuesto en el área de trabajo	Recolectar los RSU que se encuentren dispersos en el área	Durante la apertura de la carretera
Social	Generación de empleos	Al ser una medida positiva, no se propone ningún tipo de medidas					

Algunas de las medidas que fueron propuestas para esta etapa del proyecto, se deberán implementar en las siguientes etapas, tales como: los contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos y los sanitarios portátiles.

Los contenedores deberán contar con su tapadera y estar rotulados para realizar la separación primaria de los residuos (orgánicos e inorgánicos). Se recomienda que de forma semanal se trasladen los residuos al sitio de disposición final que las autoridades municipales autoricen.

Resulta importante enfatizar que los programas de rescate y reubicación de las especies de flora, así como el programa de reforestación, se deberá dar seguimiento por cinco años, de manera que se garantice la sobrevivencia y adaptación de las plántulas. En este periodo, se deberá implementar actividades culturales y en caso de ser necesario, la reposición de plántulas.

Cuadro IV-11. Medidas de prevención, mitigación y compensación para cada uno de los impactos a generarse en la etapa de construcción.

Componente	Impactos	Medidas	Tipo de medida	Mecanismo de implementación	Medidas de éxito esperadas	Medidas correctoras	Duración de la medida
Suelo	Susceptibilidad a erosionarse	Construcción de obras de drenaje para evitar el arrastre de suelo	Mitigación	Esta actividad estará a cargo de la empresa constructora	Presencia de formación de cárcavas o evidencia de arrastre de sedimentos	Implementar obras de conservación de suelo	Durante la etapa de construcción
	Contaminación por generación de RSU	Operación de los contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos	Prevención	La instalación y el manejo de los contenedores deberá estar a cargo de personal designado	Evaluar la cantidad de residuos dispuestos en el área de trabajo	Realizar la limpieza del sitio en caso de detectar RSU dispuestos en el suelo o cuerpos de agua	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del proyecto.
	Compactación del suelo	No mitigable, debido a que se trata de una carretera que estará en operación de forma permanente					
Agua	Modificación de la calidad del agua	Realizar la apertura del camino en épocas de secas para evitar el arrastre de	Prevención	La apertura de la carretera estará a cargo de la empresa constructora	Cantidad de sedimentos presentes en el agua		En las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del proyecto

Componente	Impactos	Medidas	Tipo de medida	Mecanismo de implementación	Medidas de éxito esperadas	Medidas correctoras	Duración de la medida
		sedimentos por efecto de la lluvia					
	Contaminación por generación de RSU	Operación de los contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos	Prevención	Los contenedores deberán colocarse en sitios estratégicos y reubicarlos conforme se vaya avanzando con las actividades	Cantidad de RSU dispuesto en el área de trabajo	Recolectar los RSU que se encuentren dispersos en el área	Durante la apertura de la carretera
Aire	Contaminación por emisión de gases	Realizar labores de mantenimiento a la maquinaria y unidades de motor que se estará utilizando para la apertura del camino	Prevención	El mantenimiento de la maquinaria y unidades de motor se deberá en sitios autorizados	Cantidad de humo emitidos que se puedan percibir		Las labores de mantenimiento de las unidades, se deberá realizar durante las etapas de preparación del sitio y construcción
Paisaje	Introducción de elementos ajenos al paisaje	Colocar sólo la cantidad necesaria de señalamientos	Prevención	La empresa constructora deberá instalar o colocar el número de señalamientos requeridos	Se considera que se han instalado sólo los señalamientos necesarios cuando no son visibles a una distancia considerable, pero que están cumpliendo su función en el sitio		Deberán estar instaladas durante el tiempo que se esté realizando la obra, mientras que los señalamientos viales deberán permanecer durante el tiempo de vida útil del proyecto
Social	Generación de empleos	Al ser un impacto positivo, no se proponen medidas					

Cuadro IV-12. Medidas de prevención, mitigación y compensación para cada uno de los impactos a generarse en la etapa de operación y mantenimiento.

Componente	Impactos	Medidas	Tipo de medida	Mecanismo de implementación	Medidas de éxito esperadas	Medidas correctoras	Duración de la medida
Suelo, agua y aire	Contaminación por generación de RSU	Colocación de letreros que prohíba el arrojamiento de residuos sólidos urbanos	Mitigación	En primera instancia lo deberá realizar la empresa constructora y posteriormente deberá estar a cargo de las autoridades locales	Presencia/ausencia de residuos sólidos urbanos sobre el trazo carretero, así como en áreas aledañas	Sanción a la persona que se sorprenda arrojando basura	Durante el tiempo de vida útil de la carretera
Fauna silvestre	Ahuyentamiento de fauna silvestre	No mitigable					

Componente	Impactos	Medidas	Tipo de medida	Mecanismo de implementación	Medidas de éxito esperadas	Medidas correctoras	Duración de la medida
Social	Generación de empleos	Se trata de un impacto positivo, por ello no se proponen medidas de prevención, mitigación o compensación					

Cuadro IV-13. Medidas de prevención, mitigación y compensación para cada uno de los impactos a generarse en la etapa de abandono del proyecto.

Componente	Impactos	Medidas	Tipo de medida	Mecanismo de implementación	Medidas de éxito esperadas	Medidas correctoras	Duración de la medida
Suelo, agua y aire	Contaminación por generación de residuos	Colocación de contenedores para el almacenamiento y manejo de los residuos que se generen por el desmantelamiento de las obras adicionales	Prevención	Lo realizará la empresa constructora de la carretera	Cantidad de residuos dispuestos en las áreas donde se hayan construido las obras asociadas	Realizar la limpieza de los sitios, de forma que quede libre de residuos	Durante la etapa de abandono del proyecto
Social	Generación de empleos	Es una medida positiva, por ello, no se plantea ningún tipo de medida					

Las medidas propuestas para cada uno de los impactos que se han identificado por las actividades a desarrollarse en cada una de las etapas del proyecto, son las más idóneas para prevenir, mitigar o compensar dichos impactos.

IV.8 Programa de vigilancia ambiental

El programa de vigilancia ambiental (PVA), es un instrumento necesario que tiene por objetivo el cumplimiento de las medidas propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos derivados por el desarrollo del proyecto; así mismo, debe permitir el seguimiento de la cuantificación de los impactos y la posible articulación de las medidas correctoras, en caso de que las medidas propuestas resulten insuficientes.

Objetivo del programa de vigilancia ambiental

El objetivo general del presente programa de vigilancia ambiental es garantizar la implementación de las medidas propuestas en el presente manifiesto, así como cuantificar los resultados esperados y en su caso implementar acciones correctoras.

Como parte del Programa de Vigilancia Ambiental, es necesario que el promovente y la empresa constructora cuente con personal capacitado que se encargará de vigilar el cumplimiento y la correcta implementación de las medidas propuestas, así como la evaluación de los mismos.

A continuación, se presentan las líneas estratégicas planteadas para el presente proyecto, agrupadas por tipos de medidas propuestas a implementar.

Cuadro IV-14. Línea estratégica de las medidas de prevención.

Línea estratégica: medidas de prevención				
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida**	**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia**
Etapa del proyecto: preparación del sitio				
Remoción o pérdida de cubierta vegetal	Pláticas de concientización ambiental.	Durante el tiempo de vida útil del proyecto.	Personal capacitado, láminas de apoyo, material de oficina, proyectores y equipo de cómputo.	Se considerará que la medida se aplicó correctamente cuando el personal muestre respeto por la flora y fauna de la región, así como el manejo correcto de los RSU.
	Colocación de letreros alusivos al cuidado del medio ambiente.	Se colocarán en sitios estratégicos al inicio de la etapa de preparación del sitio y se mantendrán durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del proyecto.	Los letreros en lona o en su caso en madera.	Al ser una medida complementaria a la anterior, también se valorará su efectividad al implementar lo que indique en los letreros.
	Rescatar y reubicar especies de flora.	Previo al inicio de la remoción de la cubierta vegetal, se espera realizarlo durante los primeros tres meses de haber iniciado el proyecto.	Personal con experiencia en la actividad; herramientas manuales como palas, picos y barretas; etiquetas de identificación; contenedores y vehículo.	Se deberá realizar una evaluación de sobrevivencia de las especies de flora reubicadas, para medir el éxito de la medida, en caso de no lograrlo, se propone la reposición de plántulas que se pueden obtener de material vegetativo de la vegetación aledaña.
	Aplicación de derribo direccional.	Es una medida que se pondrá en práctica durante los cinco meses, siendo el tiempo requerido para la remoción de la cubierta vegetal (cambio de uso de suelo en terrenos forestales).	Personal capacitado y cuñas.	El éxito de la medida se podrá medir con la cantidad de individuos afectados que se encuentran en la zona de amortiguamiento.
Afectación al hábitat de fauna silvestre y	Se van a ahuyentar, rescatar y reubicar las especies de fauna silvestre que se encuentren en el área del proyecto con el objetivo de no dañar a ninguna especie.	Se implementará previo al desmonte, para asegurar que ningún ejemplar tenga presencia al momento de realizar el desmonte. En caso de ser necesario, el	Personal con experiencia en las actividades, trampas Sherman, trampas Tomahawk, ganchos herpetológicos, costales	El éxito de la medida será posible conocerlo mediante la cantidad de individuos de fauna presente en el trazo carretero al momento de realizar las actividades de apertura. En caso de que se detecte la presencia de las especies en el

Línea estratégica: medidas de prevención				
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida**	**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia**
ahuyentamiento de las especies		ahuyentamiento se seguirá realizando durante las etapas de preparación del sitio y construcción.	herpetológicos principalmente.	área de trabajo se deberá proceder al ahuyentamiento, rescate y reubicación de los mismos.
	No se permitirá la colecta, caza o tráfico de la fauna silvestre.	Esta prohibición estará vigente durante el tiempo que se realizará la preparación del sitio y construcción de la carretera.	El que se ha indicado para las pláticas de concientización ambiental.	Número de casos de caza, colecta o tráfico de especies provenientes en el área de trabajo.
Contaminación por generación de residuos y defecación al aire libre	Se colocarán contenedores con capacidades de 200 litros para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos que se generen por las actividades derivados del proyecto. Además se instalarán sanitarios portátiles.	Los contenedores y los sanitarios estarán en funcionamiento durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del proyecto.	Contenedores con capacidad de 200 litros, sanitarios a una razón de 1 por cada 10 personas laborando, y personal que realizará el manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos.	Presencia/ausencia de RSU en el área de apertura de la carretera. Número de caso de defecación al aire libre.
Emisiones a la atmósfera	Mantenimiento preventivo y periódico de equipos y maquinaria.	El mantenimiento preventivo se realizará antes de iniciar actividades y los mantenimientos periódicos durante el tiempo que se realizarán las actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción.	De forma específica no se requieren recursos, debido a que estas actividades se realizarán en centros autorizados.	Mantener los niveles permisibles de emisiones hacia la atmósfera por las unidades de motor, en caso de rebasarlo, se deberán implementar los mantenimientos con mayor frecuencia.
Etapa del proyecto: construcción				
Contaminación por generación de RSU y defecación al aire libre.	Se colocarán contenedores con capacidades de 200 litros para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos que se generen por las actividades derivados del proyecto. Además se instalarán sanitarios portátiles.	Los contenedores y los sanitarios estarán en funcionamiento durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del proyecto.	Contenedores con capacidad de 200 litros, sanitarios a una razón de 1 por cada 10 personas laborando, y personal que realizará el manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos.	Presencia/ausencia de RSU en el área de apertura de la carretera. Número de caso de defecación al aire libre.

Línea estratégica: medidas de prevención				
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida**	**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia**
Modificación de la calidad de agua.	Realizar la apertura del camino en épocas de secas para evitar el arrastre de sedimentos por efecto de la lluvia.	Desarrollar todo el proyecto en temporada de estiaje (los seis meses requeridos).		
Contaminación del aire por emisión de gases.	Realizar labores de mantenimiento a la maquinaria y unidades de motor que se estará utilizando para la apertura del camino.	Las actividades de mantenimiento se deberán realizar durante el tiempo que duren las etapas de preparación del sitio y construcción.	No se requiere de recursos, puesto que se deberá realizar en sitios autorizados.	Niveles de emisión hacia la atmósfera.
Introducción de elementos ajenos al paisaje	Colocar sólo la cantidad necesaria de señalamientos.	Al tratarse de una medida de prevención, esta medida se deberá analizar y ejecutar al inicio de la etapa de preparación del sitio.	No se requiere de recursos materiales, al tratarse de un análisis previo a la implementación de la actividad.	No requiere supervisión.
Etapa del proyecto: abandono del proyecto				
Contaminación del suelo, agua y aire por generación de residuos	Se colocarán contenedores con capacidades de 200 litros para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos que se generen por las actividades derivados del proyecto.	Los contenedores estarán en funcionamiento durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del proyecto.	Contenedores con capacidad de 200 litros y personal que realizará el manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos.	Presencia/ausencia de RSU en el área de apertura de la carretera.

Cuadro IV-15. Línea estratégica de las medidas de mitigación.

Línea estratégica: medidas de mitigación				
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de mitigación**	**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia**
Etapa del proyecto: preparación del sitio				
Pérdida de suelo por despalme.	Colocar y distribuir el suelo producto del despalme en áreas autorizadas.	Se realizará durante los cinco meses y medio, siendo el tiempo estimado para realizar la actividad del despalme.	Unidades de volteo y retroexcavadoras.	Verificar que la disposición del suelo se realice en sitios autorizados.
Aumento de la escorrentía superficial y disminución de la infiltración del acuífero.	Construcción de obras de drenaje.	Durante la etapa de construcción.	Maquinaria, material de construcción y recursos humanos.	La verificación lo realizará la empresa constructora.
Etapa del proyecto: operación y mantenimiento				
Contaminación por generación de RSU	Colocación de letreros que prohíba el arrojamiento de residuos sólidos urbanos.	La medida se sugiere que tenga vigencia durante el tiempo de vida útil de la carretera.	Letreros	Como una medida de verificación de los resultados de la medida, se evaluará con la presencia o ausencia de residuos en las orillas de la carretera.

Cuadro IV-16. Línea estratégica de las medidas de compensación.

Línea estratégica: medidas de compensación				
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de compensación**	**Tiempo en el que se instrumentará o duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia**
Etapa del proyecto: preparación del sitio y construcción				
Merma de los servicios ambientales que se derivan directamente de la vegetación.	Reforestación en un área de compensación con superficie equivalente al afectado.	Preferentemente se deberá de realizar durante la etapa de preparación del sitio, con seguimiento por cinco años para asegurar el establecimiento de las plántulas.	Recurso humano, plántulas y lotes de herramientas manuales	Se realizará la evaluación de sobrevivencia para asegurar al menos un 80 por ciento de sobrevivencia, en caso de no ser así, se procederá a la reposición de plántulas y el seguimiento por 5 años.

IV.9 Seguimiento y control (monitoreo)

Para asegurarse que se implementarán las medidas propuestas de forma correcta y lograr los objetivos, será necesario la integración de un comité de vigilancia ambiental aprobado o contratado por el promovente; será el equipo encargado de vigilar que se implementen las medidas y la valoración de éxito de cada uno de ellos.

El comité de vigilancia ambiental debe de integrase por personal con conocimiento y experiencia en la implementación de las medidas propuestas. El seguimiento de las medidas deberá quedar registrado en la bitácora de control de forma diaria, mismo que deberá estar disponible en caso de que se cuente con visitas técnicas de las instancias correspondientes.

El comité de vigilancia ambiental, estará en operación desde el inicio de las actividades de la etapa de preparación de sitio hasta la conclusión de las actividades.

Otra de sus funciones será la de realizar los informes de las medidas a implementar, así como su cumplimiento y el nivel de éxito obtenido.

INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Presentación de la información

Cartografía

La integración del presente estudio se realizó haciendo uso de diferentes cartas topográficas, principalmente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), con los cuales se elaboraron los mapas temáticos y de ubicación del proyecto como de su Sistema Ambiental Regional. Además se utilizó información de diversas plataformas como el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL, versión 4.0 del INEGI), el Subsistema de Información sobre Ordenamiento Ecológico (SIORE) y el Sistema de Información

Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), estas últimas de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Los mapas generados se incluyeron en cada uno de los capítulos y apartados correspondientes.

Fotografías

Otro de los materiales de apoyo que se utilizaron para la integración del presente manifiesto fueron fotografías tomadas durante las prospecciones realizadas en campo, tanto en el trazo del proyecto como en su Sistema Ambiental Regional.

A continuación, se anexan estas evidencias con una breve descripción sobre las actividades realizadas en campo.



Evidencia de los tipos de vegetación y corrientes hidrológicas observados en campo



Marcaje de los kilometrajes y estaciones.



Evidencia de las actividades de muestreo florístico.



Evidencia de colecta de muestras botánicas.



Evidencias fotográficas del grupo de avifauna muestreados.



Evidencias fotográficas del grupo de reptiles muestreados.

Otros anexos

Al presente manifiesto, se anexan los siguientes archivos en libro Excel:

Anexo 1. *"Lista de especies reportadas para Santiago Juxtlahuaca"*.

Anexo 2. Base de datos de muestreo florístico en predio.

Anexo 3. Base de datos de muestreo florístico en SAR.

Anexo 4. Base de datos de muestreo faunístico en predio.

Anexo 5. Base de datos de muestreo faunístico en SAR.

Anexo 6. Análisis de diversidad de flora predio.

Anexo 7. Análisis de diversidad de flora en SAR.

Anexo 8. Análisis de diversidad de fauna predio.

Anexo 9. Análisis de diversidad de fauna en SAR.

Además, se anexan los siguientes programas:

1. Programa de rescate y reubicación de flora.
2. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.
3. Programa de reforestación.

LITERATURA CITADA

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html.

Campo, A. M., Duval, V. S., 2014. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). Universidad Nacional del Sur.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2014. La nueva era demográfica en América Latina y el Caribe. Santiago. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37252/MPD_ddr2_esp.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Comisión Nacional del Agua. 2020. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Paso de Arena (1210), estado de Guerrero. Ciudad de México. Disponible en: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/guerrero/DR_1210.pdf

Comisión Nacional del Agua. 2020. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Jamiltepec (2004), estado de Oaxaca. Ciudad de México. Disponible en: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/oaxaca/DR_2004.pdf

CONANP. 2011. Biodiversidad de Fauna de la Región Mixteca. Consultado en: http://proyectomixtecasustentableac.org/wp-content/uploads/2018/08/09-Biodiversidad-faun%C3%ADstica-de-la-regi%C3%B3n-mixteca.pdf.

Cottam, G. y Curtis, J. T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology, 37, 451- 460.

García, E. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. Climas, Clasificación de Koppen, modificado por García. Escala 1:1000000. México.

Instituto de Estadística y Geografía. 2004. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Oaxaca. Aguascalientes, México.

Instituto de Estadística y Geografía. Censo Población y Vivienda 2020. Principales resultados por localidad.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2018. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000, serie VII (conjunto nacional).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011. Guía para la interpretación de cartografía Edafología Escala 1:250,000 Serie II. Disponible en: www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825231606.pdf

Instituto nacional de Estadística y Geografía. 2020. Panorama Sociodemográfico de México. Oaxaca.

Lugo Hubp, J. y Córdova, C. 1992. Regionalización geomorfológica de la República Mexicana. Instituto de geografía, UNAM. Consultado en: http://www.igeograf.unam.mx/Geodig/antologia/index.html/pdf/17_lugo.pdf

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2008. Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación,

correlación y comunicación internacional. Roma, Italia. Disponible en: www.fao.org/3/a0510s/a0510s.pdf

Plan Municipal de Desarrollo. Santiago Juxtlahuaca, Oaxaca Periodo 2025-2027

Servicio Sismológico Nacional. 2022. Catálogo de sismos. Disponible en http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/.